



Carla Maria Faria Gomes

Licenciada em Ciências de Engenharia do Ambiente

Indicadores de Eficiência entre “*Crivo Granulométrico Diferenciado vs Crivo de Discos Dinâmicos*” para Separação de Materiais Recicláveis e Matéria Orgânica – Caso de Estudo na RESINORTE SA.

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia do Ambiente – Perfil Engenharia Sanitária

Orientador: Mestre Artur João Lopes Cabeças,
Professor Auxiliar Convidado, Faculdade de Ciências e
Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Maria da Graça Madeira Martinho
Arguente: Prof. Doutor Carlos Manuel Martins
Vogal: Mestre Artur João Lopes Cabeças



Carla Maria Faria Gomes

Licenciada em Ciências de Engenharia do Ambiente

Indicadores de Eficiência entre “*Crivo Granulométrico Diferenciado vs Crivo de Discos Dinâmicos*” para Separação de Materiais Recicláveis e Matéria Orgânica – Caso de Estudo na RESINORTE SA.

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia do Ambiente – Perfil Engenharia Sanitária

Orientador: Mestre Artur João Lopes Cabeças,
Professor Auxiliar Convidado, Faculdade de Ciências e
Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Maria da Graça Madeira Martinho
Arguente: Prof. Doutor Carlos Manuel Martins
Vogal: Mestre Artur João Lopes Cabeças

Indicadores de Eficiência entre “*Crivo Granulométrico Diferenciado vs Crivo de Discos Dinâmicos*” para Separação de Materiais Recicláveis e Matéria Orgânica – Caso de Estudo na RESINORTE SA.

Copyright© Carla Maria Faria Gomes, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa e Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

A realização desta Dissertação de Mestrado, não se deve apenas à dedicação de uma única pessoa, mas também à colaboração de outras que de alguma forma, contribuíram para a elaboração da mesma e às quais gostaria de expressar os meus sinceros e profundos agradecimentos.

Em primeiro lugar um agradecimento muito especial ao meu orientador, o Professor Artur João Cabeças, pelo incentivo, conhecimento e auxílio que sempre demonstrou. Pelas discussões e esclarecimentos que foram fundamentais para a concretização deste trabalho, sem esquecer nunca as oportunidades que me proporcionou.

Aos diretor geral, o Eng.^o Gerardo Menezes e diretor de produção, Eng.^o Carlos Sanches, ambos da RESINORTE, S. A. por tornarem possível a concretização desta dissertação, bem como a todos os trabalhadores, engenheiros e operários, que participaram nos trabalhos realizados. Em particular, à Eng.^a Célia Almeida, à Eng.^a Joana Teixeira e ao Eng.^o Octávio Silva, por todo o apoio prestado.

Aos meus amigos FCTenses por todo o apoio e amizade com que sempre me presentearam, por serem a minha segunda família.

À Gisela, por todo o apoio que me transmitiu. Por me lembrar que por vezes é necessário fazer uma pausa, pela amizade que sempre nos uniu e por me acompanhar desde sempre.

Aos meus pais, por permitirem que concretizasse um sonho. Pelas oportunidades que me deram, pelos sacrifícios que fizeram para que chegasse até aqui, pelo apoio e amor incondicional e pelos valores que sempre me transmitiram. Por mais que eu faça nada chegará para pagar tudo o que fizeram por mim.

À minha irmã, Andreia, por ser um grande pilar na minha vida. Pelo apoio, amor incondicional e pela dedicação que sempre teve para comigo. Sem ti tudo seria mais difícil. Obrigada por seres a melhor irmã do mundo.

Ao meu cunhado, Pedro, pelo apoio e incentivo que sempre me deu. Pelas boleias a Lisboa que tornaram as viagens mais pequenas.

À minha afilhada, Jéssica Vitória, por toda a paz que me transmitiu mesmo nas alturas mais complicadas, pela felicidade imensa que me proporcionou mesmo nos momentos mais tristes, por ser o meu tesouro mais precioso.

Ao meu namorado, João, por me dar na cabeça quando eu merecia, por toda a paciência que sempre teve comigo, pelo apoio e amor e por toda a força que sempre me transmitiu durante este percurso.

Resumo

O aumento das instalações de Tratamento Mecânico e Biológico (TMB) que se verifica a nível nacional, deve-se, fundamentalmente, à necessidade de se ter de contribuir para o cumprimento das metas nacionais constantes do novo PERSU 2020, relativas ao desvio de resíduos biodegradáveis de aterro e ao aumento de reciclagem de resíduos de embalagens.

Este facto leva a que se torne necessário proceder à separação granulométrica das diferentes frações dos resíduos nas TMB, através de equipamentos mecânicos a colocar de forma sequencial na linha de processo, com a principal função de garantir a separação granulométrica das diferentes frações que compõem o fluxo de entrada dos resíduos com caraterísticas diferentes. Pretende-se assim otimizar a separação de materiais recicláveis e da matéria orgânica a enviar para tratamento biológico, promovendo o seu desvio de aterro.

Dada a existência e a introdução recente no mercado de diferentes tipos de equipamentos de separação granulométrica, respetivamente o crivo granulométrico diferenciado e o crivo de discos dinâmicos, importa avaliar e comparar, para uma tomada de decisão suportada, quais as vantagens e desvantagens de cada um, bem como identificar e comparar os indicadores de eficiência resultantes da sua função na linha de processo. Assim o objetivo deste trabalho consiste na comparação real do crivo granulométrico diferenciado e o crivo de discos dinâmicos (recente no mercado) colocados cada um deles em instalações TMB e TM distintas, de modo a se poder estudar e analisar comparativamente o seu funcionamento em condições semelhantes e os resultados obtidos para a sua função na linha de processo.

Dentro do plano de trabalho de campo e de gabinete previamente planeados e definidos, foram realizadas diferentes campanhas de caracterização dos resíduos indiferenciados em cada uma das instalações onde se localizam estes equipamentos, tendo como referência a caracterização física dos resíduos da região da RESINORTE SA do ano de 2013, um dos dados de base com maior importância para a comparação pretendida. Paralelamente também foram estudadas as caraterísticas de cada crivo, bem como, o modo de funcionamento e operação dentro da linha de processo.

Os resultados obtidos permitiram identificar as vantagens e desvantagens de cada um dos equipamentos de separação mecânica bem como as respetivas eficiências. Conclui-se que a decisão sobre cada um dos equipamentos deve ser em função dos objetivos que se pretenda com a linha onde estes se inserem, ou seja, se pretende uma maior contribuição para a meta de desvio de resíduos biodegradáveis ou para a meta de reciclagem de resíduos de embalagens ou, se pretende apenas retirar recicláveis em situações, por exemplo, de estações de transferência ou instalações de tratamento mecânico simples.

Palavras-chave: *Trommel*, Crivo de Discos Dinâmicos (CDD), Caracterização física, Tratamento Mecânico e biológico (TMB), Separação, PERSU 2020.

Abstract

The increase of Mechanical Biological Treatment (MBT) facilities which takes place at national level, is mainly due to the necessity of having to contribute to the achievement of national goals contained on the new PERSU 2020, concerning to the diversion of biodegradable waste from landfill and increase recycling of packaging waste.

This fact means that it becomes necessary to proceed to granulometric separation of different fractions of waste on MTB, by mechanical equipment to be sequentially installed in the process line, with the main function of ensuring granulometric separation of different fractions that make up the stream entry of waste with different characteristics. It is intended to optimize the separation of recyclable materials and organic matter to be sent to biological treatment, promoting its landfill diversion.

Given the existence and the recent introduction of different types of particle size separation equipment on the market, respectively the trommel screen and dynamic disc screen, it is important to evaluate and compare the advantages and disadvantages of each, as well as to identify and compare the indicators resulting from their role in the process line, in order to make a supported decision. Therefore, the aim of this work is the real comparison of a trommel screen and a dynamic disc screen (recent on the market), which were placed in different MBT and MT facilities, in order to be able to study and comparatively analyse their function under similar conditions and results obtained for its function in the process line.

According to the field and office work plan, previously planned and defined, different characterization campaigns of waste were made at each of the facilities where the equipment is located, having as reference the 2013 physical characterization of waste from the RESINORTE SA, one of the database with most importance for the desired comparison. At the same time, the characteristics of each screen were studied, as well as the operating mode and its operation within the process line.

The results have identified the advantages and disadvantages of each of the mechanical separation equipment, as well as the respective efficiencies. In conclusion, the decision between the equipment is to be made accordingly with the objectives established to the process line, i.e. if the goal is a greater contribution to the targets in biodegradable waste diversion, or the target in packaging waste recycling, or if the objective is to simply remove recyclable waste in transfer stations or simple mechanical treatment facilities.

Keywords: Trommel, Dynamic disc screen, Physical Characterization, Mechanical Biological Treatment (MBT), Sorting, PERSU 2020

Índice de Matérias

1.	Introdução	1
1.1.	Enquadramento	1
1.2.	Objetivos da dissertação	2
1.3.	Estrutura da dissertação	3
2.	Enquadramento do Setor de Resíduos em Portugal	5
2.1.	Situação atual	5
2.2.	Enquadramento legislativo comunitário e nacional	7
2.3.	PERSU 2020	11
2.4.	Taxa de Gestão de Resíduos	13
3.	Revisão de Literatura	15
3.1.	Caraterização dos resíduos	15
3.2.	Metodologia de caraterização de RU nacional em vigor	16
3.3.	Tratamento Mecânico e Biológico	20
3.4.	Tratamento Mecânico	21
3.4.1.	Redução de tamanho (Cominuição)	22
3.4.2.	Separação mecânica	24
3.4.3.	Compactação/Densificação	31
3.4.4.	Transporte	32
3.5.	Tratamento Biológico	32
3.5.1.	Compostagem	33
3.5.2.	Digestão Anaeróbia	39
4.	Caso de estudo – RESINORTE SA	43
4.1.	A empresa	43
4.2.	Caraterização dos resíduos urbanos	45
4.3.	Metas intercalares no âmbito do PERSU 2020	47
4.4.	Unidade de Produção de Riba d’Ave (UPRA)	48
4.4.1.	Descrição da unidade de Tratamento Mecânico e Biológico	48
4.4.2.	Descrição da estação de Triagem Automática	54
4.5.	Unidade de Produção de Celorico de Basto (UPCB)	56
4.5.1.	Descrição da unidade de Tratamento Mecânico	56
4.6.	<i>Trommel</i>	59
4.7.	Crivo de discos dinâmicos	61
5.	Metodologia dos Trabalhos	65
5.1.	Determinação das amostras de resíduos	65
5.2.	Metodologia adotada - Separação dos resíduos a amostrar	70
5.3.	Processo de tratamento mecânico na UPRA	70
5.4.	Processo de tratamento mecânico na UPCB	71
5.5.	Realização dos trabalhos de triagem dos resíduos separados	72
5.6.	Tratamento de dados	76

5.7.	Comprimento do CDD. Eficiência de separação das frações	78
6.	Resultados obtidos	81
6.1.	Unidade de Produção de Riba d'Ave	81
6.1.1.	Primeira Campanha	81
6.1.2.	Segunda Campanha	89
6.2.	Unidade de Produção de Celorico de Basto	96
6.2.1.	Primeira Campanha	96
6.2.2.	Segunda Campanha	103
6.2.3.	Influência do comprimento do CDD	111
7.	Análise e Discussão dos Resultados	113
7.1.	Fluxos de resíduos originados após linha de processo	113
7.2.	Fluxos de resíduos originados após crivo	115
7.3.	Fluxo da fração > 80 mm	116
7.4.	Fluxo da fração < 80 mm	119
7.5.	Fluxo dos volumosos	122
7.6.	Caraterizações físicas médias globais dos RU	124
8.	Conclusões	129
8.1.	Limitações do estudo	132
8.2.	Trabalhos futuros	132
9.	Referências Bibliográficas	133
	ANEXOS	137
	ANEXO A – Viaturas Sujeitas a Amostragem	138
	ANEXO B – Boletins de Análise	139
	ANEXO C – Resultados das Campanhas	160
	ANEXO D – Resultados Estatísticos das Campanhas em Conjunto	183
	ANEXO E – Boletim de Análise Operativa do CDD	185
	ANEXO F – Peso Específico das Amostras	187

Índice de Figuras

Figura 2.1. Mapa dos SGRU em Portugal Continental	5
Figura 2.2. Evolução da produção de RU e capitação anual	6
Figura 2.3. Caraterização física média dos RU produzidos em 2013.....	7
Figura 2.4. Hierarquia de gestão de resíduos	7
Figura 3.1. Diagrama do TMB convencional	20
Figura 3.2. Triturador por lâminas de corte	23
Figura 3.3. Crivo vibratório: (a) perfil, (b) perspetiva	24
Figura 3.4. Crivo de tambor rotativo: (a) possível design, (b) movimento dos resíduos.....	25
Figura 3.5. Comportamento dos resíduos no interior do crivo de tambor rotativo	26
Figura 3.6. Crivo de discos: (a) perfil, (b) perspetiva	27
Figura 3.7. Separador balístico	29
Figura 3.8. Separador magnético	29
Figura 3.9. Separador por correntes de Foucault	30
Figura 3.10. Separador ótico	31
Figura 3.11. Estação de triagem manual	31
Figura 3.12. Tapete transportador	32
Figura 3.13. Processo de compostagem.....	33
Figura 3.14. Fases de compostagem relacionadas com a temperatura	34
Figura 3.15. Pilha de compostagem e equipamento de revolvimento	35
Figura 3.16. Reator de tambor rotativo - sistema Dano	37
Figura 3.17. Processo de digestão anaeróbia.....	39
Figura 3.18. Influência da temperatura no processo de digestão anaeróbia	41
Figura 4.1. Distribuição geográfica da RESINORTE no norte de Portugal Continental	43
Figura 4.2. Unidades de produção e respetivos municípios abrangidos	44
Figura 4.3. Modelo técnico de intervenção da RESINORTE	45
Figura 4.4. Caraterização física média dos RU recolhidos indiferenciadamente na RESINORTE, 1ª Campanha	46
Figura 4.5. Caraterização física média dos RU recolhidos indiferenciadamente na RESINORTE, 2ª Campanha	46
Figura 4.6. Caraterização física média anual dos RU recolhidos indiferenciadamente na RESINORTE.....	47
Figura 4.7. Distribuição das infraestruturas pela área geográfica da UPRA.....	48
Figura 4.8. Etapas do TM referente ao TMB.....	49
Figura 4.9. Etapas do TB referente ao TMB	49
Figura 4.10. Garra	50
Figura 4.11. <i>Trommel</i> com malha de 200 mm	50
Figura 4.12. <i>Trommel</i> com malha de 80 mm	51
Figura 4.13. Separador ótico	51
Figura 4.14. Separador magnético	52

Figura 4.15. Biorreatores	52
Figura 4.16. Formação da pilha pela pá carregadora	53
Figura 4.17. Afinação secundária	53
Figura 4.18. Etapas do tratamento na unidade automática de separação	54
Figura 4.19. Descarga de rolantes provenientes do TMB.....	54
Figura 4.20. Separador ótico	55
Figura 4.21. Etapas do TM da UPCB	56
Figura 4.22. Garra	57
Figura 4.23. Abre sacos	57
Figura 4.24. Crivo de discos dinâmicos	58
Figura 4.25. Descarga da fração < 80 mm.....	58
Figura 4.26. Constituição do trommel.....	60
Figura 4.27. <i>Trommel</i> em análise.....	61
Figura 4.28. CDD	62
Figura 4.29. Fluxo do material no CDD	62
Figura 4.30. CDD em análise	63
Figura 5.1. Número de descargas de RU indiferenciados na UPRA	66
Figura 5.2. Número de descargas de RU indiferenciados na UPCB	66
Figura 5.3. Mistura dos resíduos com pá carregadora.....	67
Figura 5.4. Disco grosseiro de resíduos.....	67
Figura 5.5. Divisão do disco em quatro partes.....	68
Figura 5.6. Remoção dos quartos rejeitados	68
Figura 5.7. Quartos selecionados.....	68
Figura 5.8. Mistura dos quartos selecionados.....	69
Figura 5.9. Contentor para determinação do peso específico	69
Figura 5.10. Linha de processo adotada	70
Figura 5.11. Esquema do processo realizado na UPRA: (a) tapete de alimentação, (b) cabine de triagem de volumosos, (c) saída abre sacos, (d) <i>trommel</i> , (e) recolha da fração > 80 mm, (f) recolha da fração < 80mm	71
Figura 5.12. Esquema do processo realizado na UPCB: (a) tapete de alimentação, (b) cabine de triagem de volumosos, (c) abre sacos, (d) CDD, (e) recolha da fração > 80 mm, (f) recolha da fração < 80 mm	72
Figura 5.13. Peneiros: (a) malha de 80 mm, (b) malha de 20 mm	73
Figura 5.14. Balanças utilizadas na: (a) UPRA, (b) UPCB	73
Figura 5.15. Triagem da fração > 80 mm: (a) peneiro e contentores para acumulação de resíduos, (b) e (c) triagem manual dos resíduos, (d) resíduos que passam pelos orifícios do peneiro, (e) pesagem dos contentores, (f) anotação da pesagem	74
Figura 5.16. Triagem da fração < 80 mm: (a) triagem manual, (b) resíduos que passam pelos orifícios do peneiro, (c) triagem manual.....	75
Figura 5.17. Triagem de volumosos.....	76

Figura 5.18. Esquema do processo adotado para análise do comprimento do CDD	79
Figura 6.1. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após linha de processo da UPRA.....	82
Figura 6.2. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após passagem no <i>trommel</i>	83
Figura 6.3. Composição física média da fração > 80 mm	84
Figura 6.4. Composição física média da fração < 80 mm	85
Figura 6.5. Composição física média dos volumosos	87
Figura 6.6. Caracterização física média dos RU.....	88
Figura 6.7. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após linha de processo da UPRA.....	89
Figura 6.8. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após passagem no <i>trommel</i>	90
Figura 6.9. Composição física média da fração > 80 mm	91
Figura 6.10. Composição física média da fração < 80 mm	93
Figura 6.11. Composição física média dos volumosos	94
Figura 6.12. Caracterização física média dos RU.....	95
Figura 6.13. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após linha de processo da UPGB.....	96
Figura 6.14. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após CDD	97
Figura 6.15. Composição física média da fração > 80 mm	98
Figura 6.16. Composição física média da fração < 80 mm	100
Figura 6.17. Composição física média dos volumosos	101
Figura 6.18. Caracterização física média dos RU.....	103
Figura 6.19. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após linha de processo da UPGB.....	104
Figura 6.20. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após passagem no CDD	104
Figura 6.21. Composição física média da fração > 80 mm	106
Figura 6.22. Composição física média da fração < 80 mm	107
Figura 6.23. Composição física média dos volumosos	109
Figura 6.24. Caracterização física média dos RU.....	110
Figura 7.1. Composição física média global dos fluxos de resíduos obtidos após linha de processo da UPRA.....	114
Figura 7.2. Composição física média global dos fluxos de resíduos obtidos após linha de processo da UPGB.....	114
Figura 7.3. Composição física média global dos fluxos de resíduos obtidos após passagem <i>trommel</i>	115
Figura 7.4. Composição física média global dos fluxos de resíduos obtidos após passagem CDD	116

Figura 7.5. Composição física média global do fluxo da fração > 80 mm resultante na UPRA	117
Figura 7.6. Composição física média global do fluxo da fração > 80 mm resultante na UPCB	118
Figura 7.7. Composição física média global do fluxo da fração < 80 mm resultante na UPRA	120
Figura 7.8. Composição física média global do fluxo da fração < 80 mm resultante na UPCB	121
Figura 7.9. Composição física média dos volumosos resultantes na UPRA	122
Figura 7.10. Composição física média global do fluxo dos volumosos resultante na UPCB	123
Figura 7.11. Caracterização física média global dos RU da UPRA	125
Figura 7.12. Caracterização física média global dos RU da UPCB	126
 Figura B.1. Boletim de análise preenchido nas caracterizações	139
Figura B.2. Boletim de análise da 1ª amostra (1ª campanha) realizada na UPRA.....	140
Figura B.3. Boletim de análise da 2ª amostra (1ª campanha) realizada na UPRA.....	141
Figura B.4. Boletim de análise da 3ª amostra (1ª campanha) realizada na UPRA.....	142
Figura B.5. Boletim de análise da 4ª amostra (1ª campanha) realizada na UPRA.....	143
Figura B.6. Boletim de análise da 5ª amostra (1ª campanha) realizada na UPRA.....	144
Figura B.7. Boletim de análise da 1ª amostra (2ª campanha) realizada na UPRA.....	145
Figura B.8. Boletim de análise da 2ª amostra (2ª campanha) realizada na UPRA.....	146
Figura B.9. Boletim de análise da 3ª amostra (2ª campanha) realizada na UPRA.....	147
Figura B.10. Boletim de análise da 4ª amostra (2ª campanha) realizada na UPRA.....	148
Figura B.11. Boletim de análise da 5ª amostra (2ª campanha) realizada na UPRA.....	149
Figura B.12. Boletim de análise da 1ª amostra (1ª campanha) realizada na UPCB.....	150
Figura B.13. Boletim de análise da 2ª amostra (1ª campanha) realizada na UPCB.....	151
Figura B.14. Boletim de análise da 3ª amostra (1ª campanha) realizada na UPCB.....	152
Figura B.15. Boletim de análise da 4ª amostra (1ª campanha) realizada na UPCB.....	153
Figura B.16. Boletim de análise da 5ª amostra (1ª campanha) realizada na UPCB.....	154
Figura B.17. Boletim de análise da 1ª amostra (2ª campanha) realizada na UPCB.....	155
Figura B.18. Boletim de análise da 2ª amostra (2ª campanha) realizada na UPCB.....	156
Figura B.19. Boletim de análise da 3ª amostra (2ª campanha) realizada na UPCB.....	157
Figura B.20. Boletim de análise da 4ª amostra (2ª campanha) realizada na UPCB.....	158
Figura B.21. Boletim de análise da 5ª amostra (2ª campanha) realizada na UPCB.....	159
Figura E.1. Boletim de análise operativa do CDD	185
Figura E.2. Boletim de análise operativa do CDD da amostra realizada	186

Índice de Tabelas

Tabela 2.1. Taxa de gestão de resíduos aplicada em 2013	14
Tabela 3.1. Grelha de análise dos RU produzidos (conforme a Portaria n.º 851/2009)	17
Tabela 3.2. Número mínimo de amostras para caracterização dos RU produzidos	18
Tabela 3.3. Vantagens e desvantagens do trommel.....	27
Tabela 3.4. Vantagens e desvantagens do crivo de discos	28
Tabela 3.5. Tecnologias de DA	42
Tabela 4.1. Metas intercalares definidas para a RESINORTE e situação atual	47
Tabela 5.1. Grelha de análise de RU	72
Tabela 5.2. Grelha de análise para caracterização dos RU baseada na Portaria n.º 851/2009	77
Tabela 6.1. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após linha de processo da UPRA.....	82
Tabela 6.2. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após passagem no <i>trommel</i>	82
Tabela 6.3. Composição física média do fluxo da fração > 80 mm	83
Tabela 6.4. Composição física dos materiais recicláveis e não recicláveis presentes na fração > 80 mm	85
Tabela 6.5. Composição física média do fluxo da fração < 80 mm	85
Tabela 6.6. Composição física dos materiais recicláveis e não recicláveis presentes na fração < 80 mm	86
Tabela 6.7. Composição física média do fluxo dos volumosos	86
Tabela 6.8. Caracterização física média dos RU	88
Tabela 6.9. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após linha de processo da UPRA.....	89
Tabela 6.10. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após passagem no <i>trommel</i>	90
Tabela 6.11. Composição física média do fluxo da fração > 80 mm	90
Tabela 6.12. Composição física média dos materiais recicláveis e não recicláveis presentes na fração > 80 mm	92
Tabela 6.13. Composição física média do fluxo da fração < 80 mm	92
Tabela 6.14. Composição física média dos materiais recicláveis e não recicláveis presentes na fração < 80 mm	93
Tabela 6.15. Composição física média do fluxo dos volumosos	94
Tabela 6.16. Caracterização física média dos RU	95
Tabela 6.17. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após linha de processo da UPCB.....	96
Tabela 6.18. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após passagem no CDD	97
Tabela 6.19. Composição física média do fluxo da fração > 80 mm	97

Tabela 6.20. Composição física dos materiais recicláveis e não recicláveis presentes na fração > 80 mm	99
Tabela 6.21. Composição física média do fluxo da fração < 80 mm	99
Tabela 6.22. Composição física média dos materiais recicláveis e não recicláveis presentes na fração < 80 mm	100
Tabela 6.23. Composição física média do fluxo dos volumosos	100
Tabela 6.24. Caracterização física média dos RU	102
Tabela 6.25. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após linha de processo da UPCB.....	103
Tabela 6.26. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após passagem no CDD	104
Tabela 6.27. Composição física média do fluxo da fração > 80 mm	105
Tabela 6.28. Composição física média dos materiais recicláveis e não recicláveis presentes na fração > 80 mm	107
Tabela 6.29. Composição física média do fluxo da fração < 80 mm	107
Tabela 6.30. Composição física média dos materiais recicláveis e não recicláveis presentes na fração < 80 mm	108
Tabela 6.31. Composição física média do fluxo dos volumosos	108
Tabela 6.32. Caracterização física média dos RU	109
Tabela 6.33. Composição física dos fluxos de resíduos obtidos após passagem na amostra inicial na linha de processo	111
Tabela 6.34. Composição física dos fluxos obtidos após passagem da amostra fração > 80 mm na linha de processo	111
Tabela 6.35. Composição física dos fluxos obtidos após passagem da amostra fração < 80 mm na linha de processo	112
Tabela 7.1. Composição física média global dos fluxos de resíduos obtidos após linha de processo da UPRA.....	113
Tabela 7.2. Composição física média global dos fluxos de resíduos obtidos após linha de processo da UPCB.....	114
Tabela 7.3. Composição física média global dos fluxos de resíduos após passagem no <i>trommel</i>	115
Tabela 7.4. Composição física média global dos fluxos de resíduos obtidos após passagem no CDD.....	115
Tabela 7.5. Composição física média global do fluxo da fração > 80 mm resultante na UPRA	116
Tabela 7.6. Composição física média global do fluxo da fração > 80 mm resultante na UPCB	117
Tabela 7.7. Composição física média global dos materiais recicláveis e não recicláveis obtidos na UPRA e na UPCB.....	119

Tabela 7.8. Composição física média global do fluxo da fração < 80 mm resultante na UPRA	119
Tabela 7.9. Composição física média global do fluxo da fração < 80 mm resultante na UPCB	120
Tabela 7.10. Composição física média global dos materiais recicláveis e não recicláveis presentes na fração < 80 mm obtida na UPRA e na UPCB	121
Tabela 7.11. Composição física média global do fluxo dos volumosos resultante na UPRA	122
Tabela 7.12. Composição física média global do fluxo dos volumosos resultante na UPCB	123
Tabela 7.13. Caracterização física média global dos RU da UPRA	124
Tabela 7.14. Caracterização física média global dos RU da UPCB	125
Tabela 8.1. CRIVO GRANULOMÉTRICO ROTATIVO (<i>Trommel</i>)	130
Tabela 8.2. CRIVO DE DISCOS DINÂMICOS (CDD).....	131
Tabela 8.3. Matriz comparativa	131
 Tabela A.1. Viaturas sujeitas a amostragem.....	138
Tabela C.1. Resultados da 2ª amostra (1ª campanha) efetuada na UPRA.....	160
Tabela C.2. Resultados da 3ª amostra (1ª campanha) efetuada na UPRA.....	161
Tabela C.3. Resultados da 4ª amostra (1ª campanha) efetuada na UPRA.....	162
Tabela C.4. Resultados da 5ª amostra (1ª campanha) efetuada na UPRA.....	163
Tabela C.5. Resultados da 1ª amostra (2ª campanha) efetuada na UPRA.....	164
Tabela C.6. Resultados da 2ª amostra (2ª campanha) efetuada na UPRA.....	165
Tabela C.7. Resultados da 3ª amostra (2ª campanha) efetuada na UPRA.....	166
Tabela C.8. Resultados da 4ª amostra (2ª campanha) efetuada na UPRA.....	167
Tabela C.9. Resultados da 5ª amostra (2ª campanha) efetuada na UPRA.....	168
Tabela C.10. Resultados da 1ª amostra (1ª campanha) efetuada na UPCB.....	169
Tabela C.11. Resultados da 2ª amostra (1ª campanha) efetuada na UPCB.....	170
Tabela C.12. Resultados da 3ª amostra (1ª campanha) efetuada na UPCB.....	171
Tabela C.13. Resultados da 4ª amostra (1ª campanha) efetuada na UPCB.....	172
Tabela C.14. Resultados da 5ª amostra (1ª campanha) efetuada na UPCB.....	173
Tabela C.15. Resultados da 1ª amostra (2ª campanha) efetuada na UPCB.....	174
Tabela C.16. Resultados da 2ª amostra (2ª campanha) efetuada na UPCB.....	175
Tabela C.17. Resultados da 3ª amostra (2ª campanha) efetuada na UPCB.....	176
Tabela C.18. Resultados da 4ª amostra (2ª campanha) efetuada na UPCB.....	177
Tabela C.19. Resultados da 5ª amostra (2ª campanha) efetuada na UPCB.....	178
Tabela C.20. Análise estatística da 1ª campanha realizada na UPRA.....	179
Tabela C.21. Análise estatística da 2ª campanha realizada na UPRA.....	180
Tabela C.22. Análise estatística da 1ª campanha realizada na UPCB.....	181
Tabela C.23. Análise estatística da 2ª campanha realizada na UPCB.....	182
Tabela D.1. Análise estatística da caracterização final da UPRA	183
Tabela D.2. Análise estatística da caracterização final da UPCB	184

Tabela F.1. Peso específico das amostras da 1ª campanha de caracterização realizada na UPRA.....	187
Tabela F.2. Peso específico médio da 1ª campanha de caracterização realizada na UPRA	187
Tabela F.3. Peso específico das amostras da 2ª campanha de caracterização realizada na UPRA.....	188
Tabela F.4. Peso específico médio da 2ª campanha de caracterização realizada na UPRA	188
Tabela F.5. Peso específico das amostras da 1ª campanha de caracterização realizada na UPGB.....	189
Tabela F.6. Peso específico médio da 1ª campanha de caracterização realizada na UPGB	189
Tabela F.7. Peso específico das amostras da 2ª campanha de caracterização realizada na UPGB.....	190
Tabela F.8. Peso específico médio da 2ª campanha de caracterização realizada na UPGB	190

Lista de Abreviaturas

ANR – Autoridade Nacional de Resíduos

AOV – Ácidos Orgânicos Voláteis

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

C/N – Carbono/Azoto

CDD – Crivo de Discos Dinâmicos

CDR – Combustível Derivado de Resíduos

CH₄ – Metano

CO₂ – Dióxido de Carbono

DA – Digestão Anaeróbia

DGQA – Direção Geral da Qualidade do Ambiente

DQR – Diretiva Quadro de Resíduos

Dranco – *Dry anaerobic Composting*

ECAL – Embalagens de Cartão para Alimentos Líquidos

EEA - *European Environment Agency*

e.g. – *Exempli gratia* (Por exemplo)

ENRRUBDA – Estratégia Nacional para a Redução dos Resíduos Biodegradáveis Destinados aos Aterros

EPI – Equipamentos de Proteção Individual

GAG – Grupo de Apoio à Gestão

GEE – Gases de Efeito de Estufa

i.e. – *Id est* (isto é)

H₂S – Sulfureto de Hidrogénio

LER – Lista Europeia de Resíduos

MODECOMTM – MéthOde DE Caractérisation dês Ordures Ménagères

PERSU – Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos

PPRU – Programa de Prevenção de Resíduos Urbanos

RE – Resíduos de embalagens

REMECOM – Réseau Européen de Mesures pour la Caractérisation des Ordores Ménagères

REN – Redes Energéticas Nacionais

RGGR – Regime Geral da Gestão de Resíduos

RU – Resíduos Urbanos

RUB – Resíduos Urbanos Biodegradáveis

SGRU – Sistema de Gestão de Resíduos Urbanos

TB – Tratamento Biológico

TGR – Taxa de Gestão de Resíduos

TM – Tratamento Mecânico

TMB – Tratamento Mecânico e Biológico

UPCB – Unidade de Produção de Celorico de Basto

UPRA – Unidade de Produção de Riba d’Ave

1. Introdução

1.1. Enquadramento

O destino final dos resíduos tem sido uma preocupação constante ao longo dos anos, devido aos elevados riscos que promove para a saúde pública e para o ambiente, em particular se não houver um controlo e monitorização adequada. Em Portugal Continental, em 1994, apenas cerca de 46% dos Resíduos Urbanos (RU) tinham destino final conhecido, verificando-se que as restantes soluções correspondiam a mais de 300 lixeiras a céu aberto (Levy & Cabeças, 2006).

A necessidade de resolver este problema, levou à elaboração do Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU), em 1997, que promoveu o encerramento de todas as lixeiras e estabeleceu as bases orientadoras para a política de gestão de resíduos. A deposição de resíduos começou então a ser efetuada em instalações de confinamento técnico e destino final ambientalmente adequadas (aterros sanitários) para a deposição segura de RU.

Após este período que decorreu até 2002, o setor de gestão de RU, ao longo das últimas duas décadas, tem evoluído de forma consolidada e suportada por legislação adequada, podendo hoje salientar-se que o tratamento, valorização e destino final já cobre 100% do território nacional continental (Piedade & Aguiar, 2010).

Um dos marcos nesta área de resíduos surge com a publicação do Decreto-Lei n.º 183/2009 de 10 de agosto. O grande objetivo deste documento legislativo passa pelo desvio de Resíduos Urbanos Biodegradáveis (RUB) de aterro, procurando diminuir a deposição direta de RU e, deste modo, minimizar a produção de águas lixivantes e do biogás (efluentes resultantes da decomposição da matéria orgânica), bem como evitar as emissões diretas/difusas de gases de efeito de estufa (GEE), nomeadamente o metano. Neste enquadramento, as soluções que têm vindo a ser dinamizadas para diminuir a quantidade de resíduos biodegradáveis em aterro, quer na Europa, quer em Portugal Continental em particular, tem sido a implementação de instalações TMB de acordo com a estratégia estabelecida no PERSU II, entretanto aprovado em 2007.

No PERSU II estabeleceram-se e definiram-se as medidas direcionadas para o cumprimento das metas da Diretiva Aterros e da Diretiva de Embalagens e Resíduos de Embalagens. Neste contexto, uma das medidas estabelecidas para diminuir a presença de RUB em aterro e promover o aumento da reciclagem, foi a implementação de infraestruturas de TMB, destinadas à valorização material (reciclagem) e orgânica (compostagem ou digestão anaeróbia) dos RU.

Com o aumento de reciclagem procurou-se maximizar o aproveitamento dos resíduos de embalagens e, deste modo, contribuir para as metas estabelecidas na Diretiva de Embalagens e Resíduos de Embalagens.

Todavia, em 2014 foi considerado ser necessário visitar as metas estabelecidas no PERSU II e, com base nas conclusões retiradas, foi desenvolvido o PERSU 2020 integrando apoios do novo quadro comunitário.

Devido à recalendarização das metas relativas ao desvio de RUB entre outras condicionantes, estabeleceram-se, no PERSU 2020, como medidas prioritárias:

- o aumento da eficiência e da produtividade das instalações e,
- a conversão de instalações existentes: adaptação de instalações de Tratamento Mecânico (TM) em TMB e novas infraestruturas de preparação para a reutilização e reciclagem de RU, incluindo valorização orgânica.

Ora é neste sentido que a presente dissertação se desenvolve, ou seja, procura analisar o equipamento fundamental de uma linha de processo TMB para averiguar como aumentar a capacidade de separação das frações de matéria orgânica e dos recicláveis.

Com efeito, uma das etapas do TM é sem dúvida a separação do fluxo de resíduos em dois ou mais fluxos diferentes. A crivagem, que corresponde à separação consoante o tamanho granulométrico (Velis *et al.*, 2010; Bilitewski, 2011; Martinho *et al.*, 2011), apresenta atualmente a possibilidade de se utilizarem equipamentos diferentes (crivo de malha granulométrica ou crivo de discos dinâmicos (este recente no mercado)) capazes de realizar este tipo de separação.

Importa assim, conhecer o rendimento comparativo destes equipamentos, bem como a sua eficiência na linha de processo pois, é, sem dúvida, um fator importante que tem repercussões nos valores a conseguir na separação das frações para o cumprimento das metas do PERSU 2020.

1.2. Objetivos da dissertação

O objetivo da presente dissertação consiste na comparação de dois equipamentos de separação granulométrica de resíduos, ou seja, entre o crivo granulométrico diferenciado vulgarmente designado por “*trommel*” da Unidade de Produção de Riba d’Ave (UPRA), o tipo de crivo mais implementado em Portugal e, o Crivo de Discos Dinâmicos existente na Unidade de Produção de Celorico de Basto (UPCB), o primeiro implementado em Portugal continental, sendo uma inovação no tratamento mecânico de resíduos urbanos.

Ambas as unidades de produção fazem parte do modelo de gestão operacional da RESINORTE SA, empresa de valorização e tratamento de resíduos sólidos do norte central.

Com este caso de estudo pretende-se identificar na prática as vantagens e desvantagens em cada um dos dois equipamentos em análise, bem como avaliar os indicadores de eficiência

associados ao funcionamento de cada um, de modo a conseguir informação técnica e operacional consolidada para apoio na escolha do equipamento de separação granulométrica mais adequado aos objetivos pretendidos.

1.3. Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se organizada em oito capítulos, referências bibliográficas e ainda anexos, a saber:

- No primeiro capítulo é efetuada uma introdução à relevância do tema, a descrição dos objetivos e é apresentada a estrutura da dissertação.
- No capítulo 2 apresenta-se o enquadramento do setor de resíduos em Portugal, onde se realiza uma descrição da situação atual e, uma descrição da legislação comunitária e nacional em vigor, assim como, dos principais objetivos e metas do PERSU 2020.
- No capítulo 3 apresenta-se uma revisão da literatura, descrevendo-se de uma forma mais pormenorizada as bases teóricas relativas à temática em estudo, nomeadamente, relativas à caracterização de resíduos e soluções do TMB, no que respeita ao TM e ao Tratamento Biológico (TB).
- No capítulo 4 é apresentado o caso de estudo na empresa RESINORTE S.A., descrevendo-se as instalações técnicas e as linhas operacionais da TMB (Riba d'Ave) e da TM (Codessoso) onde se inserem os equipamentos em estudo, sendo apresentadas as principais características dos equipamento em comparação.
- O capítulo 5 incide sobre a metodologia de todos os trabalhos efetuados, incluindo os trabalhos práticos de campo e o respetivo tratamento dos dados obtidos.
- No capítulo 6 são apresentados os resultados das campanhas realizadas em ambas as instalações de Riba d'Ave e Codessoso e a respetiva caracterização dos resíduos, abordando-se ainda os resultados referentes à análise ao comprimento do crivo de discos dinâmicos (a partir de agora referido como CDD).
- No capítulo 7 são apresentados os resultados globais, por forma a relacionar as campanhas realizadas e a respetiva discussão.
- O último capítulo, o oitavo, apresenta as principais conclusões retiradas dos trabalhos realizados, dando resposta aos objetivos, seguindo-se uma referência às limitações do estudo e também, às possibilidades para trabalhos futuros.

2. Enquadramento do Setor de Resíduos em Portugal

2.1. Situação atual

Em Portugal, até finais do século XX, a gestão de resíduos consistia apenas na recolha indiferenciada e posterior deposição em lixeira ou, na melhor das hipóteses, num vazadouro controlado (Martinho *et al.*, 2011).

A descarga em lixeiras tornou-se inaceitável devido à grande produção de resíduos, aos impactes ambientais associados e à falta de espaços disponíveis, pelo que foi introduzida uma nova forma de gestão que inclui o tratamento e a valorização dos resíduos (Levy & Cabeças, 2006; Martinho *et al.*, 2011).

Segundo o Decreto-Lei n.º 73/2011, a gestão de resíduos é definida como “a recolha, o transporte, a valorização e a eliminação de resíduos, incluindo a supervisão destas operações, a manutenção dos locais de eliminação no pós-encerramento, bem como as medidas adotadas na qualidade de comerciante ou corretor”. O RU é definido pelo Decreto-Lei n.º 73/2011 como “o resíduo proveniente de habitações bem como outro resíduo que, pela sua natureza ou composição, seja semelhante ao resíduo proveniente de habitações”.

Atualmente, a gestão de resíduos é assegurada pelos 23 Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos (SGRU) que consistem em estruturas de meios humanos, logísticos, equipamentos e infraestruturas, estabelecidas para executar operações inerentes à gestão de RU (APA, 2014). Os 23 SGRU existentes cobrem toda a área continental de Portugal (Figura 2.1) e apresentam diferentes infraestruturas.

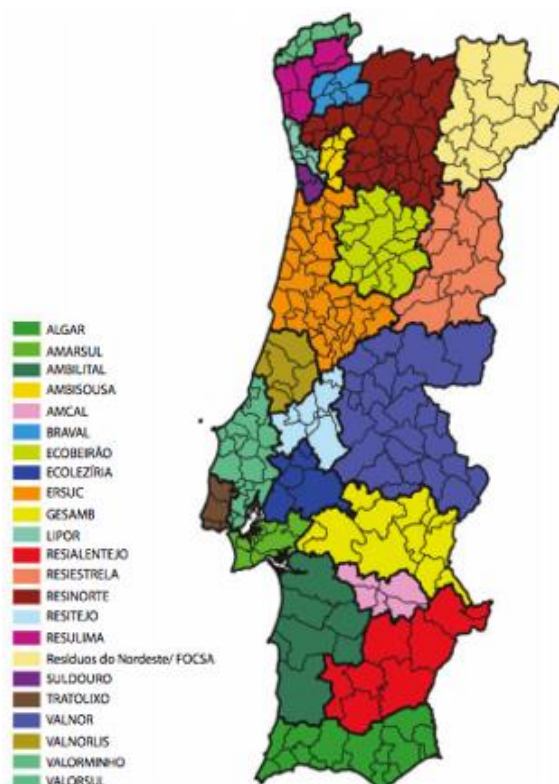


Figura 2.1. Mapa dos SGRU em Portugal Continental (adaptado de Simões *et al.*, 2013)

No que respeita ao número de infraestruturas existentes, este encontra-se atualmente estabilizado. No entanto, novas infraestruturas, na sua maioria de valorização orgânica, estão em construção com os objetivos de aumentar o desvio direto de resíduos de aterro sanitário e a quantidade de resíduos recicláveis recuperados (APA, 2014).

Relativamente à produção de resíduos, durante um determinado período de tempo verificou-se a tendência para o aumento da quantidade de RU recolhidos. No entanto, constatou-se que a partir de 2010 esta tendência tem vindo a alterar-se, como é visível na Figura 2.2. Também a capitação anual segue a mesma tendência da produção, uma vez que esta consiste na quantidade média de resíduos produzidos por ano.

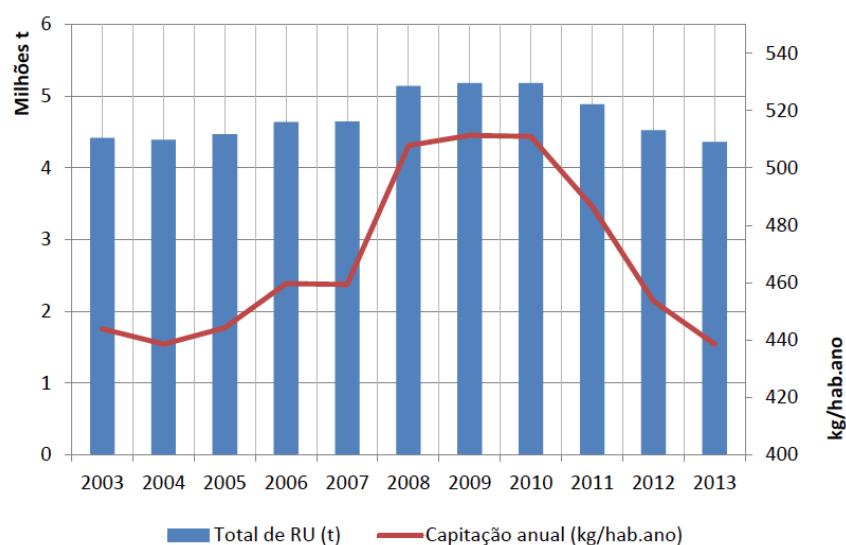


Figura 2.2. Evolução da produção de RU e capitação anual (adaptado de APA, 2014)

No ano de 2013, os resíduos produzidos em Portugal continental tiveram diferentes destinos diretos, a saber: 43% em aterro, 17% em TMB, 2% em valorização orgânica, 22% em incineração, 7% em TM e 9% em valorização material.

Comparativamente aos anos anteriores, o ano de 2013 foi o primeiro em que a maioria dos resíduos não foi depositada diretamente em aterro.

Face ao ano anterior, houve uma redução em cerca de 12%, influenciada pelo funcionamento de novas unidades TMB e TM previstas (APA, 2014).

A caracterização física atual dos RU produzidos no continente, é a apresentada na Figura 2.3, sendo a mesma elaborada com base nas especificações técnicas da Portaria n.º 851/2009, de 7 de agosto.

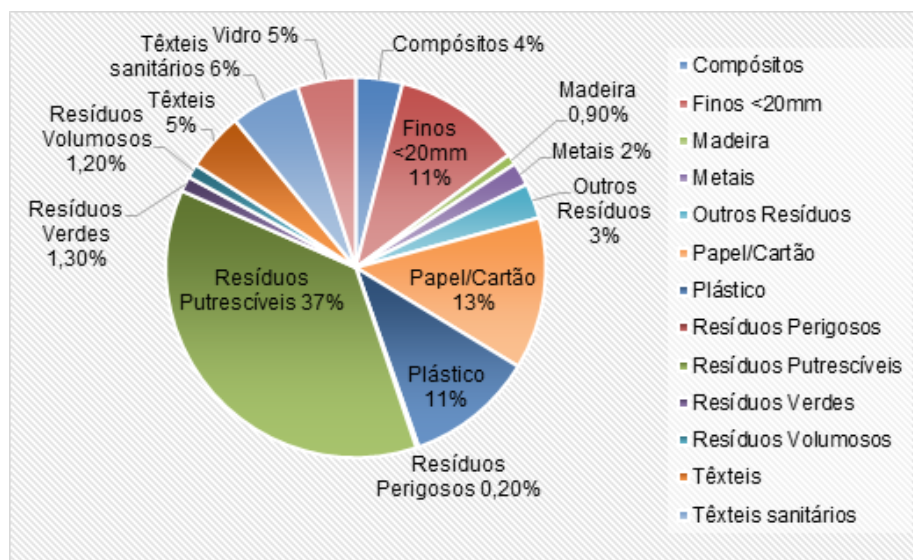


Figura 2.3. Caracterização física média dos RU produzidos em 2013 (adaptado de APA, 2014)

Do total de RU produzidos verifica-se que cerca de 52,6% correspondem a RUB (somatório das categorias bio-resíduos, resíduos verdes e papel/cartão incluindo ECAL) (APA, 2014).

2.2. Enquadramento legislativo comunitário e nacional

A Diretiva Quadro de Resíduos (DQR) (Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de novembro de 2008) “estabelece medidas de proteção do ambiente e da saúde humana, prevenindo ou reduzindo os impactos adversos decorrentes da geração e gestão de resíduos, diminuindo os impactos gerais da utilização dos recursos e melhorando a eficiência dessa utilização”.

Esta Diretiva estabelece uma hierarquia de prioridades (Figura 2.4), aplicável a todos os Estados-Membros, que devem tomar medidas para o tratamento de resíduos de modo a promover uma adequada gestão, privilegiando a hierarquia, para assim, protegerem o ambiente e a saúde humana da melhor maneira possível.



Figura 2.4. Hierarquia de gestão de resíduos

Contudo, podem existir certos fluxos específicos de resíduos que justificam, pela análise do ciclo de vida dos mesmos, o não cumprimento da ordem hierárquica estabelecida, por não ser a melhor opção a nível económico, social e ambiental.

O Decreto-Lei n.º 73/2011 de 17 de junho, terceira alteração ao Decreto-Lei n.º 178/2006 de 5 de setembro transpõe a DQR e define o Regime Geral da Gestão de Resíduos (RGGR) aplicável à prevenção, produção e gestão de resíduos. Este determina que as autoridades competentes devem elaborar um ou vários planos de gestão de resíduos e ainda programas de prevenção de resíduos.

A definição de importantes conceitos chave permite que o controlo do ciclo de vida do resíduo seja o mais eficiente possível. São exemplos as definições de:

- Resíduos: “quaisquer substâncias ou objetos de que o detentor se desfaz ou tem a intenção ou a obrigação de se desfazer”;
- Prevenção: “a adoção de medidas antes de uma substância, material ou produto assumir a natureza de resíduo”;
- Preparação para a reutilização: “as operações de valorização que consistem no controlo, limpeza ou reparação, mediante as quais os produtos ou os componentes de produtos que assumam a natureza de resíduos são preparados para serem utilizados novamente, sem qualquer outro tipo de pré-processamento”;
- Reutilização: “qualquer operação mediante a qual produtos ou componentes que não sejam resíduos são utilizados novamente para o mesmo fim que foram concebidos”;
- Reciclagem: “qualquer operação de valorização, incluindo o reprocessamento de materiais orgânicos, através da qual os materiais constituintes dos resíduos são novamente transformados em produtos, materiais ou substâncias para o seu fim original ou para outros fins mas que não inclui a valorização energética nem o reprocessamento em materiais que devam ser utilizados como combustível ou em operações de enchimento”;
- Valorização: “qualquer operação, (...), cujo resultado principal seja a transformação dos resíduos de modo a servirem um fim útil, substituindo outros materiais que, caso contrário, teriam sido utilizados para um fim específico ou a preparação dos resíduos para esse fim na instalação ou conjunto da economia”;
- Eliminação: “qualquer operação que não seja de valorização, (...), ainda que se verifique como consequência secundária a recuperação de substâncias ou de energia”.

Tendo em conta o princípio da hierarquia da DQR e o disposto no artigo 8.º do Decreto-Lei n.º 183/2009 de 10 de agosto, o Decreto-Lei n.º 73/2011 promove o incentivo à recolha seletiva de bio-resíduos, para valorização e posterior comercialização do composto a que dão origem. Neste, são também estabelecidas metas de reutilização, reciclagem e outras formas de valorização material de resíduos, a alcançar até 2020:

- Um aumento mínimo global para 50% em peso relativamente à preparação para a reutilização e a reciclagem de resíduos urbanos, incluindo o papel, o cartão, o plástico, o vidro, o metal, a madeira e os resíduos urbanos biodegradáveis;
- Um aumento mínimo para 70% em peso relativamente à preparação para a reutilização, a reciclagem e outras formas de valorização material, incluindo operações de enchimento que utilizem resíduos como substituto de outros materiais, resíduos de construção e demolição não perigosos, com exclusão dos materiais naturais definidos na categoria 17 05 04 da Lista Europeia de Resíduos (LER).

Saliente-se que a legislação comunitária, como a Diretiva 1999/31/CE e a Diretiva 2004/12/CE, têm sido transpostas para o direito jurídico nacional de forma a garantir os princípios de hierarquia determinada na DQR.

Outra Diretiva importante é a Diretiva Aterros, publicada em 1999 pela União Europeia, com o objetivo de reduzir ou prevenir os impactos negativos no meio ambiente, nomeadamente, no que diz respeito à deposição de RU em aterro. A Diretiva 1999/31/CE do Conselho de 26 de abril de 1999, tem como objetivo geral “prever medidas, processos e orientações que evitem ou reduzam tanto quanto possível os efeitos negativos sobre o ambiente, em especial a poluição das águas de superfície, das águas subterrâneas, do solo e da atmosfera, sobre o ambiente global, incluindo o efeito de estufa, bem como quaisquer riscos para a saúde humana, resultantes da deposição de resíduos em aterro durante todo o ciclo de vida do aterro”.

De acordo com a Diretiva, os Estados-Membros têm que reduzir a quantidade percentual (em relação à produção de RU no ano de 1995) de resíduos biodegradáveis depositados em aterro, pelo que os mesmos devem definir estratégias de forma a atingir o pretendido.

Esta diretiva foi transposta para o direito jurídico nacional através do Decreto-Lei n.º 152/2002 de 23 de Maio, substituído, posteriormente pelo Decreto-Lei n.º 183/2009 de 10 de Agosto.

O artigo 8.º do Decreto-Lei n.º 183/2009 estabelece as metas nacionais de deposição de resíduos biodegradáveis em aterro, para os anos de 2013 e 2020, ao invés de 2009 e 2016, relativamente à produção de RU do ano 1995, a saber:

- Até julho de 2013, uma redução da deposição em aterro para 50% da quantidade total, em peso, dos RUB produzidos em 1995*;
- Até julho de 2020, uma redução da deposição em aterro para 35% da quantidade total, em peso, dos RUB produzidos em 1995*.

*Admitindo que, de acordo com dados da Eurostat, em 1995 foram produzidos 2 242 720 t de RUB.

A derrogação de quatro anos nestes dois últimos objetivos, deve-se ao facto de novas infraestruturas estarem ainda em arranque operacional e outras encontrarem-se em construção (EEA, 2013).

O Decreto-lei n.º 183/2009 define resíduos biodegradáveis como “resíduos que podem ser sujeitos a decomposição anaeróbia ou aeróbia, designadamente os resíduos alimentares e de jardim, o papel e o cartão”. Esta definição é mais abrangente do que a de bio-resíduos definida no Decreto-Lei n.º 73/2011, que define como “resíduos biodegradáveis de espaços verdes, nomeadamente os de jardins, parques, campos desportivos, bem como os resíduos biodegradáveis alimentares e de cozinha das habitações, das unidades de fornecimento de refeições e de retalho e os resíduos similares das unidades de transformação de alimentos”.

No que respeita a embalagens e resíduos de embalagens, a Diretiva 94/62/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20 de dezembro de 1994, alterada pela Diretiva 2004/12/CE, de 11 de fevereiro de 2004, prevê medidas com o objetivo de “prevenir a produção de resíduos de embalagens” e, ainda, “a reutilização das embalagens, a reciclagem e as outras formas de valorização dos resíduos de embalagens, e por conseguinte a redução da eliminação final desses resíduos”.

O Decreto-Lei n.º 336-A/97, de 20 de dezembro, com alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 162/2000, de 27 de julho e pelo Decreto-Lei n.º 92/2006, de 25 de Maio, que transpõe a Diretiva 94/62/CE, especifica as metas de valorização e reciclagem de resíduos de embalagens até 2011, ao invés de 2008 como determinado na Diretiva, devido ao elevado número de pequenas ilhas, da existência de zonas rurais e montanhosas e do atual (relativamente ao ano da Diretiva) baixo nível de consumo de embalagens. As medidas, a cumprir até 31 de dezembro de 2011, traduzem-se em:

- Valorização ou incineração em instalações de incineração com recuperação de energia: 60% em peso de RE;
- Reciclagem: 55%-80% em peso de RE;
- Reciclagem dos materiais contidos nos RE:
 - 60% em peso para o vidro;
 - 60% em peso para o papel/cartão;
 - 50% em peso para os metais;
 - 22,5% em peso para os plásticos;
 - 15% em peso para a madeira.

O primeiro documento estratégico do setor de resíduos em Portugal Continental – PERSU I, reportou-se ao período que mediou entre 1997-2007, tendo os objetivos ali identificados sido cumpridos no que respeita ao encerramento das lixeiras, à criação de sistemas multimunicipais e intermunicipais de gestão de resíduos, à construção de infraestruturas de valorização e eliminação, a criação de sistemas de recolha seletiva multimaterial bem como, à definição de linhas de orientação geral para a criação de fluxos específicos de resíduos.

Concretizado para o horizonte 2007-2016, o PERSU II resultou da revisão e atualização da “Estratégia Nacional para a Redução dos Resíduos Biodegradáveis Destinados aos Aterros

(ENRRUBDA)” e da estratégia considerada no PERSU I. Esta nova versão apostava na prevenção da produção de RU e pretendia garantir uma gestão adequada dos RU, principalmente por forma a cumprir as metas presentes na Diretiva Aterros e na Diretiva Embalagens e Resíduos de Embalagens, bem como, os objetivos quantitativos nacionais relativamente à recolha de resíduos de papel/cartão não embalagem.

Apesar de todas as melhorias implementadas no PERSU II, fatores como a introdução de novas metas comunitárias pela Diretiva 2008/98/CE e, consequentemente, pela transposição para o Decreto-Lei n.º 73/2011, a recalendarização das metas comunitárias relativamente ao desvio de RUB, pelo Decreto-Lei n.º 183/2009 e o afastamento dos objetivos da recolha seletiva de orgânicos preconizados na ENRRUBDA, levaram a que fosse necessária uma nova revisão do PERSU II antes do fim da sua vigência.

Da revisão resultou o PERSU 2020, aprovado pela Portaria n.º 187-A/2014 de 17 de setembro, que assume os resíduos como um recurso, incorpora as metas comunitárias e constitui um elevado desafio.

2.3. PERSU 2020

O PERSU 2020, que surge como o novo instrumento de referência da política de gestão de RU em Portugal continental, “estabelece a visão, os objetivos, as metas globais e as metas específicas por Sistema de Gestão de RU e as medidas a implementar no quadro de resíduos urbanos no período 2014 a 2020, bem como a estratégia que suporta a sua execução”.

Este instrumento incorpora o Programa de Prevenção de Resíduos Urbanos (PPRU) apenas para Portugal continental, pelo que revoga o Despacho n.º 3227/2010 de 22 de fevereiro, cujo principal objetivo centrava-se na prevenção de RU produzidos em Portugal.

Os princípios gerais apresentados no Plano são concretizados nos seguintes oito objetivos, que fundamentam as metas e medidas para a gestão de RU:

- a. Prevenção da produção e perigosidade dos RU;
- b. Aumento da preparação para reutilização, da reciclagem e da qualidade dos recicláveis;
- c. Redução da deposição de RU em aterro;
- d. Valorização económica e escoamento dos recicláveis e outros materiais do tratamento dos RU;
- e. Reforço dos instrumentos económicos-financeiros;
- f. Incremento da eficácia e capacidade institucional e operacional do sector;
- g. Reforço da investigação, do desenvolvimento tecnológico, da inovação e da internacionalização do setor;
- h. Aumento do contributo do setor para outras estratégias e planos nacionais.

Dos objetivos acima mencionados, os primeiros quatro referem-se a quatro metas nacionais e a várias metas específicas a cumprir pelos SGRU. Os últimos quatro são transversais à atividade dos agentes do setor e visam dar suporte e criar condições de contexto para o seu cumprimento e são enquadrados numa perspetiva nacional de desenvolvimento sustentável.

De seguida apresentam-se as quatro metas nacionais estabelecidas no PERSU 2020:

Prevenção de resíduos

Como já referido, o PERSU 2020 integra e revê o PPRU, pelo que assume a sua meta nacional especificada para 2016, traduzindo-a para o ano de referência de 2012. É, ainda, definida uma nova meta de redução da produção de resíduos urbanos, para o ano de 2020. Especificamente, as metas são:

- Até 31 de dezembro de 2016, reduzir a produção de resíduos em, pelo menos, 7,6% em peso face ao valor verificado em 2012 (456 kg/(hab.ano)), ou seja, a produção de RU *per capita* em Portugal não deve exceder os 421 kg/(hab.ano), em 2016;
- Até 31 de dezembro de 2020, diminuir a produção de resíduos por habitante em, pelo menos, 10% em peso relativamente a 2012, ou seja, a produção de RU em Portugal não deve exceder os 410 kg/(hab.ano) em 2020.

Não são definidas metas específicas para cada SGRU, relativamente à redução de produção de resíduos, no entanto, estas devem ser estabelecidas a nível municipal ou inter/multimunicipal nos respetivos planos de ação.

Para a diminuição da perigosidade, não são definidas metas quantitativas no PERSU 2020. No entanto, são apresentadas medidas de prevenção no Anexo I, com o objetivo da prevenção da produção e perigosidade dos RU, que podem ser implementadas por diversos agentes, como produtores, distribuidores e consumidores, ao longo das diferentes fases do ciclo de vida dos produtos ou por fluxo de resíduos.

Preparação para reutilização e reciclagem

Relativamente à preparação para reutilização e reciclagem, o PERSU 2020 adota a meta nacional definida no RGGR (Decreto-Lei n.º 178/2006), pelo que até 31 de dezembro de 2020, pretende-se um aumento mínimo global de 50% em peso, relativamente à preparação para reutilização e reciclagem de RU, incluindo papel, cartão, plástico, vidro, metal, madeira e os RUB. De forma a atingir o pretendido são definidas metas específicas para cada SGRU, considerando os diferentes pontos de partida de cada.

Reciclagem de resíduos de embalagens

As embalagens são uma parte significativa integrante dos RU, com um elevado potencial de reciclabilidade, pelo que são um fator importante para o cumprimento da meta anteriormente mencionada.

Apesar do Decreto-Lei n.º 92/2006 definir uma meta de reciclagem de resíduos de embalagens, o PERSU 2020 estipula uma meta mais ambiciosa, que se traduz em:

- Até 31 de dezembro de 2020 a reciclagem deve atingir, no mínimo, 70% em peso dos resíduos de embalagem.

Para alcançar esta meta, é necessário o contributo de todos os SGRU de modo a cumprir as metas específicas de cada sistema.

O enquadramento legal a nível europeu referente às embalagens e resíduos de embalagens, nomeadamente, às metas de reciclagem e valorização, encontra-se atualmente em revisão. O facto de existir a possibilidade de alteração de metas a nível comunitário no período em que o PERSU 2020 está em vigor, pode provocar uma alteração ao nível das metas estipuladas no próprio plano.

Redução da deposição de RUB em aterro

Relativamente ao objetivo de reduzir a deposição de RUB em aterro, o Plano adota a meta definida no Decreto-Lei n.º 183/2009, para 2020, descrita anteriormente. Para o cumprimento da meta estabelecida, o PERSU 2020 adota metas específicas para cada sistema de gestão.

Com o propósito de obter um balanço positivo e, portanto, cumprir todos os objetivos, o PERSU 2020 adota uma metodologia contínua de avaliação e revisão do mesmo e das estratégias nele integradas ou relacionadas. Assim, foi criado o Grupo de Apoio à Gestão (GAG), interdisciplinar e multi-institucional, para acompanhamento e monitorização do plano.

No Despacho n.º 12571/2014 do Gabinete do Secretário de Estado do Ambiente publicado a 9 de outubro de 2014, são estabelecidas as atribuições, constituição e funcionamento do GAG, que opera em articulação com a Agência Portuguesa do Ambiente (APA), a Autoridade Nacional de Resíduos (ANR).

Das várias funções do GAG a desempenhar, destaca-se o estabelecimento de metas intercalares diferenciadas ao nível dos SGRU relativamente à deposição de RUB em aterro, à preparação para reutilização e reciclagem e a retomas de recolha seletiva, para o período 2016-2020, que podem ser consultadas no Despacho n.º 3350/2015. Outra função, também relevante, é a definição de critérios e estrutura para os Planos de Ação dos sistemas e municípios que efetuam recolha seletiva.

2.4. Taxa de Gestão de Resíduos

A Taxa de Gestão de Resíduos (TGR) foi criada pelo RGGR publicado pelo Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, tendo sofrido alterações com a Lei n.º 64-A/2008, de 31 de dezembro, com o Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho e mais recentemente, pela Lei n.º 82-D/2014 de 31 de dezembro, relativa à Fiscalidade Verde.

A TGR é um instrumento económico-financeiro, que pretende contribuir para melhorar o comportamento de operadores económicos e consumidores finais, de modo a promover a

redução da produção de resíduos e a sua gestão mais eficiente, através da interiorização, por produtores e consumidores, dos custos ambientais que lhe estão associados. Esta taxa é, portanto, o instrumento com maior potencial, para incentivar ao cumprimento da estratégia e objetivos para o setor de resíduos.

O regime económico e financeiro aprovado pelo DL n.º 178/2006, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo DL n.º 73/2011, de 17 de junho, fixa um conjunto de taxas no âmbito do RGGR. Conforme disposto no n.º 1 do artigo 60.º do referido diploma, para os devidos efeitos, encontram-se divulgadas as taxas de 2013, no sítio da APA, apresentadas na Tabela 2.1.

Tabela 2.1. Taxa de gestão de resíduos aplicada em 2013 (adaptado de APA, 2015)

Descrição da Taxa	2013
TAXA ANUAL DE REGISTO SIRER/SIRAPA	28,19 €
TAXA DE GESTÃO DE RESÍDUOS – TGR:	
Por tonelada de resíduos geridos em instalações de incineração e co-incineração	1,14 €
Por tonelada de resíduos urbanos e equiparados e resíduos inertes de resíduos de construção e demolição depositados em aterros	4,27 €
Por tonelada de resíduos indexados à taxa de recolha fixada na licença das entidades gestoras de sistemas de fluxos específicos	2,25 €
Por tonelada de resíduos depositados em aterro de CIRVER	6,39 €
Por tonelada de outro tipo de resíduos não previstos anteriormente depositados em aterro	6,39 €
Taxa mínima a cobrar por entidade devedora	[Não prevê atualização]

Uma das várias medidas preconizadas no PERSU 2020 é o agravamento da taxa de deposição em aterro, por intermédio da TGR. Esta medida é uma forma de incentivar o desvio de aterro e o escoamento de recicláveis e outros materiais, tornando esta taxa num instrumento de desincentivo à deposição em aterro e incentivo a práticas mais eficientes.

A revisão dos valores da TGR aplicados às diversas operações de gestão de resíduos, por forma a ficar alinhada com a hierarquia da gestão de resíduos e objetivos do PERSU 2020, consta no Projeto de Reforma da Fiscalidade Verde, onde são apresentados valores da TGR a aplicar a partir de 2020.

3. Revisão de Literatura

3.1. Caracterização dos resíduos

Para uma gestão de resíduos adequada, é importante conhecer as características dos resíduos, tanto quantitativas como qualitativas (Levy & Cabeças, 2006).

A composição física dos RU, ou seja, a distribuição em percentagem de peso dos componentes presentes, é dependente de vários fatores como as características do aglomerado, o clima, a estação do ano e o nível de vida das populações (Levy & Cabeças, 2006; Martinho *et al.*, 2011).

Por outro lado, a composição química dos RU, depende apenas da natureza e do grau de contaminação dos resíduos. A determinação desta composição não é fácil, uma vez que os RU são muito heterogéneos e a obtenção de uma amostra representativa, para a análise da composição em laboratório, é complicada (Martinho *et al.*, 2011). Para além da composição física, a análise a outros parâmetros, nomeadamente, o peso específico, o poder calorífico, a humidade e a relação Carbono/Azoto (C/N) é frequente (Levy & Cabeças, 2006; Martinho *et al.*, 2011).

A caracterização física dos RU é essencial para efeitos de planeamento, aquando da elaboração de planos, da determinação de objetivos de gestão e da definição e dimensionamento de infraestruturas. A caracterização desempenha ainda, um papel importante na avaliação de resultados e na demonstração de cumprimento de objetivos e de desempenho ambiental (APA, 2011). A quantidade e composição dos RU pode ser estimada sob diferentes formas: por amostragem, levantamento por questionário, fatores de conversão e modelos de predição (Carvalho, 2005).

De uma forma simplificada, a amostragem baseia-se na seleção de uma amostra retirada de um fluxo de resíduos, que é triada manualmente em diferentes categorias de resíduos, que são posteriormente pesadas; o levantamento por questionário consiste em três passos principais, a preparação e pré-teste do questionário, a seleção da amostra e distribuição de questionários ao público alvo (os produtores de resíduos); os fatores de conversão traduzem-se na conversão de indicadores de atividade em estimativas da quantidade de resíduos produzida por categoria de RU; e por fim, os modelos de predição que se baseiam em medições auxiliares para estimar a quantidade e composição dos resíduos (Carvalho, 2005).

Em Portugal, todas as metodologias nacionais já publicadas são de amostragem, o método mais frequentemente utilizado para quantificar e caracterizar os RU. A primeira metodologia nacional de caracterização física de RU, publicada em 1989 pela Direção Geral da Qualidade do Ambiente (DGQA), é apresentada no Documento Técnico n.º 1. Este documento define uma metodologia a implementar a nível municipal, de forma a obter dados uniformizados para preenchimento do Mapa de Registo, obrigatório pela portaria n.º 768/88, de 30 de novembro, que além de estabelecer o preenchimento do Mapa de Registo de resíduos

sólidos urbanos, contém requisitos, referentes à caracterização, por componente (e.g. papel e cartão, plástico, vidro, etc.) dos resíduos recolhidos.

Posteriormente, com a necessidade de reforçar os sistemas ao nível de infraestruturas e equipamentos prevista no PERSU II, por forma a cumprir os objetivos do mesmo, foi estabelecida uma nova metodologia de amostragem e caracterização dos RU, frações indiferenciada e proveniente da recolha seletiva. Assim, a metodologia da DGQA é revogada pela Portaria n.º 187/2007 de 12 de fevereiro, que por sua vez apresenta no Anexo II, a nova metodologia nacional para a quantificação e caracterização de resíduos, a aplicar aos SGRU. Novos ajustes foram fundamentais dada a necessidade de promover uma maior harmonização do quadro normativo, pelo que foi implementada uma nova metodologia pela Portaria n.º 851/2009, de 7 de Agosto, atualmente em vigor, que revoga assim, a preconizada no PERSU II.

Outra metodologia de referência utilizada durante um longo período de tempo em Portugal, foi a REMECOM – Réseau Européen de Mesures pour la Caractérisation des Ordures Ménagères. Esta apresenta cerca de quatro métodos de amostragem diferentes, sendo que a metodologia da MODECOMTM – MéthOde DE Caractérisation dês Ordures Ménagères, designada para as exigências de França, foi a adotada para Portugal. A metodologia da MODECOMTM é um método de análise da composição dos resíduos que se baseia na recolha da amostra a partir das viaturas e que apresenta os seguintes objetivos (Carvalho, 2005):

- Conhecimento geral da composição dos resíduos;
- Medir a eficiência das recolhas seletivas;
- Implementar as técnicas e o equipamento mais adequados para a recolha e tratamento de resíduos.

3.2. Metodologia de caracterização de RU nacional em vigor

Atualmente a caracterização física de RU é realizada de acordo com a Portaria n.º 851/2009, documento que define as especificações técnicas aplicáveis, a periodicidade de amostragens e a aplicação do agravamento da TGR previsto no RGGR, relativamente aos resíduos recicláveis depositados em aterro, incinerados ou co-incinerados, bem como o modo de demonstração da informação à ANR.

A metodologia de amostragem para caracterização física dos RU produzidos, obrigatória para todos os SGRU, contempla duas campanhas de amostragem aleatória simples, em diferentes estações do ano.

É importante referir que a Portaria em questão, para além de estabelecer uma metodologia para caracterização física dos RU produzidos, também preconiza uma metodologia para caracterização dos RU para efeitos de aplicação do agravamento da TGR. As características do processo metodológico para caracterização física dos RU produzidos, são as seguintes:

Resíduos alvo

Esta metodologia abrange os RU, cuja definição é apresentada no Decreto-Lei n.º 73/2011, recolhidos indiferenciadamente e os recolhidos de forma seletiva. A classificação dos RU é realizada de acordo com a LER publicada pela Portaria n.º 209/2004, de 3 de março. Os RU produzidos devem ser caracterizados em termos de categorias e subcategorias, apresentadas na grelha de análise (Tabela 3.1), de forma a permitir a análise no processo de triagem.

Tabela 3.1. Grelha de análise dos RU produzidos (conforme a Portaria n.º 851/2009)

<i>Categoria principal</i>	<i>Subcategoria</i>
<i>Finos <20 mm</i>	
<i>Bio-resíduos</i>	Resíduos alimentares
	Resíduos de jardim
	Outros resíduos putrescíveis
<i>Papel/Cartão</i>	Resíduos de embalagens de papel/cartão
	Jornais e Revistas
	Outros resíduos de papel/cartão
<i>Plástico</i>	Resíduos de embalagens em filme de PE
	Resíduos de embalagens rígidas em PET
	Resíduos de embalagens rígidas em PEAD
	Resíduos de embalagens rígidas em EPS
	Outros resíduos de embalagens de plástico
	Outros resíduos de plástico
<i>Vidro</i>	Resíduos de embalagens de vidro
	Outros resíduos de vidro
<i>Compósitos</i>	Resíduos de embalagens de cartão para alimentos líquidos (ECAL)
	Outros resíduos de embalagens compósitas
	Pequenos aparelhos electrodomésticos
	Outros resíduos compósitos
<i>Têxteis</i>	Resíduos de embalagens têxteis
	Outros resíduos têxteis
<i>Têxteis sanitários</i>	
<i>Metais</i>	Resíduos de embalagens ferrosas
	Resíduos de embalagens não ferrosas
	Outros resíduos ferrosos
	Outros resíduos metálicos
<i>Madeira</i>	Resíduos de embalagens de madeira
	Outros resíduos de madeira
<i>Resíduos perigosos</i>	Produtos químicos
	Tubos fluorescentes e lâmpadas de baixo consumo
	Pilhas e acumuladores
	Outros resíduos perigosos
<i>Outros resíduos</i>	Outros resíduos de embalagens
	Outros resíduos não embalagem
<i>Resíduos verdes (recolhidos em separado)</i>	
<i>Resíduos volumosos</i>	

Dimensão espacial

Todos os sistemas de gestão de resíduos urbanos.

Dimensão temporal

A caracterização física de resíduos é efetuada numa campanha anual com dois períodos de amostragem distintos, um no Outono-Inverno e outro na Primavera-Verão. A duração de cada período de amostragem depende do número de amostras a realizar, evitando sempre períodos atípicos ou excepcionais.

Tamanho das amostras

O número mínimo de amostras a caracterizar são apresentados na tabela seguinte:

Tabela 3.2. Número mínimo de amostras para caracterização dos RU produzidos

Fluxo a caracterizar	Número de amostras/campanha
Recolha indiferenciada	21
Recolha seletiva de bio-resíduos	10
Recolha seletiva de papel/cartão	5
Recolha seletiva de embalagens de plástico/metall/cartão de alimentos líquidos	10
Recolha seletiva de vidro	2
Outros fluxos individualizados	5

Caso já existam dados de outras campanhas que tratados, estaticamente pelas entidades responsáveis, fundamentem um outro número de amostras a efetuar, os valores acima indicados podem ser desprezados.

A amostragem pode ainda ser estratificada devido à contribuição de diferentes setores, como por exemplo diferentes tipologias de povoamento ou de produtores. Caso se pretenda a composição física individualizada dos RU produzidos por setor, deve ser efetuado um número mínimo de amostras igual a cinco por cada setor.

Unidade de amostragem

Para caracterizar RU provenientes da recolha indiferenciada deve ser considerado um peso de amostra de cerca de 350 kg. Tratando-se de outros fluxos de RU, o peso indicado é de 250 kg.

Tipo de amostragem

Aleatória simples.

Nível de amostragem

Relativamente a esta característica existem duas opções. Uma é a viatura de recolha e a outra são as áreas de receção das instalações de triagem ou tratamento de destino. Caso a caracterização de RU seja realizada através da primeira opção, a seleção de viaturas deve ter por base o padrão semanal das entradas das mesmas nas instalações de destino.

Assim, devem ser atribuídos N números entre 1 e T aleatoriamente, sendo T o número médio do total entradas por semana. Daqui resultam os números de ordem de chegada das viaturas, bem como o respetivo intervalo de horário de chegada provável, de acordo com o padrão verificado.

Recolha e preparação da amostra

Como existem dois níveis de amostragem possíveis, a recolha e preparação da amostra também pode ser realizada de duas maneiras diferentes. A primeira diz respeito às amostras compostas a partir do conteúdo das viaturas de recolha. Depois da viatura selecionada aleatoriamente, procede-se ao vazamento dos resíduos transportados e aplica-se o método do quarteio, que consiste em:

- Mistura dos resíduos com pá carregadora, efetuando diversos revolvimentos, de modo a obter uma mistura homogénea;
- Espalhamento dos resíduos para formarem um disco grosseiro com uma altura até cerca de 50 cm;
- Divisão do disco em quatro partes idênticas, rejeitando-se dois quartos opostos;
- Mistura dos quartos restantes;
- Repetição da sequência dos passos anteriores até se atingir o peso pretendido da amostra.

Se se tratar da recolha e preparação de amostra a partir da massa de resíduos acumulados nas áreas de receção das instalações de triagem ou tratamento de destino, o método de recolha da amostra é outro. Neste caso, deve-se realizar uma extração aleatória de pequenas quantidades de amostragem, até se obter a quantidade necessária para a amostra.

Triagem da amostra

A amostra depois de constituída deve ser triada manualmente de acordo com a grelha de análise representada na Tabela 3.1.

Aspetos operativos

Antes de proceder ao processo de amostragem é preciso ter em atenção que se respeite todas as condições indispensáveis à sua realização, incluindo ponto de ligação de energia eléctrica, água, iluminação e pavimento impermeável. Além disso, deve ser realizada em pavilhão coberto ou área coberta.

A triagem manual das amostras deve ser efetuada até 24 horas após a sua constituição, registando-se os resultados em folha específica de registo, bem como quaisquer situações anómalas ou relevantes.

Por fim, é importante que se respeitem todas as regras de higiene e segurança no trabalho, incluindo a utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) por parte de todos os indivíduos que participem nos trabalhos de caracterização.

Padrões estatísticos

Do tratamento de dados resulta a composição física média dos fluxos caracterizados por categoria e subcategoria em peso, na base do peso húmido. Ao tratar os dados devem-se determinar certos parâmetros estatísticos, tais como o mínimo, máximo, mediana, desvio padrão, coeficiente de variação, intervalo de confiança da média, com 95% de probabilidade e ainda o erro percentual, também com 95% de probabilidade.

A precisão relativa do peso médio das amostras constituídas em cada fluxo caracterizado deve ser inferior a 10%. Ainda sobre este parâmetro, a precisão relativa, ou seja, o erro percentual, no caso dos valores médios obtidos para as categorias bio-resíduos, papel/cartão, plástico, vidro, metais e finos não deve ultrapassar os 20%.

3.3. Tratamento Mecânico e Biológico

O TMB de RU é um processo de gestão de resíduos que integra várias operações de tratamento mecânico, para remover algumas frações, e de tratamento biológico, para reduzir e estabilizar a fração orgânica, de modo a que as suas características se tornem aceitáveis para outras utilizações (Juniper, 2005).

Operações mecânicas como a separação e a redução de tamanho, permitem a recuperação de recicláveis, bem como, a obtenção de uma fração biodegradável que segue para o processo seguinte, o biológico.

O TB, que pode ser por condições aeróbias ou anaeróbias (compostagem ou digestão anaeróbia), converte a fração biodegradável em composto, e no caso da digestão anaeróbia, também em biogás (Juniper, 2005; Bogner *et al.*, 2007; Piedade & Aguiar, 2010; Donovan *et al.*, 2012; Montejo *et al.*, 2013). Um esquema do TMB convencional é o apresentado na Figura 3.1.

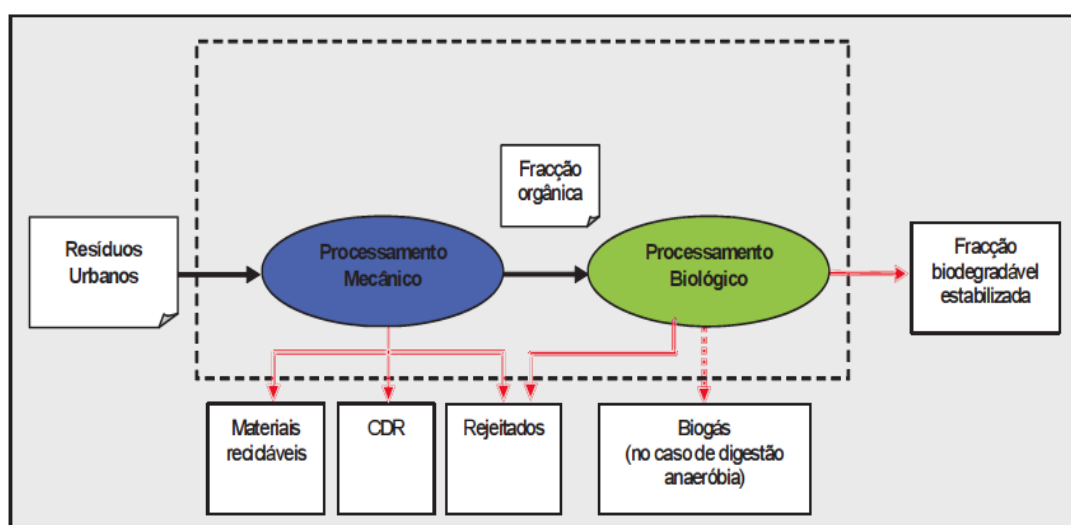


Figura 3.1. Diagrama do TMB convencional (Piedade & Aguiar, 2010)

Dependendo dos processos mecânicos e biológicos aplicados, os produtos do TMB podem ser (Juniper, 2005; Arcadis & Eunomia, 2009; Piedade & Aguiar, 2010):

- Recicláveis, a enviar para reciclagem material;
- Composto, para uso no solo;
- Combustível Derivado de Resíduos (CDR);
- Biogás, quando o tratamento biológico é em condições anaeróbias;
- Resíduo bio-estabilizado para deposição em aterro.

Segundo Piedade & Aguiar (2010), o TMB surge como uma solução potencial para a execução dos objetivos nacionais e comunitários da gestão de resíduos, nomeadamente, em relação:

- Ao incremento das taxas de reciclagem por valorização multimaterial;
- Ao aumento da valorização orgânica de RUB (promovendo o seu desvio de aterro);
- À redução da deposição em aterro dos resíduos não passíveis de valorização material ou orgânica (aqueles que resultam de operações de tratamento e valorização), potenciando a sua utilização como combustíveis alternativos, que podem diminuir o recurso a combustíveis fósseis.

3.4. Tratamento Mecânico

O TM é constituído por um conjunto de operações unitárias, tais como, redução de tamanho, separação e compactação (Velis *et al.*, 2010; Martinho *et al.*, 2011; Bilitewski, 2011). O transporte é também uma das operações deste tipo de tratamento (Velis *et al.*, 2010; Martinho *et al.*, 2011).

Segundo Velis *et al.* (2010), os objetivos deste tipo de tratamento são:

- Preparar os resíduos para o tratamento biológico;
- Recuperar frações recicláveis e valorizáveis;
- Remover resíduos caracterizados por diminuírem a eficiência de equipamentos mecânicos dos passos seguintes ou por serem, também, inadequados para o produto final;
- Servir para preparação e controlo específico da massa de resíduos a integrar no tratamento biológico;
- Afinar o material resultante do tratamento biológico.

Em regra, os resíduos recebidos na TMB passam por uma fase de pré-tratamento mecânico inicial, constituída por remoção de volumosos, abre sacos ou redução do tamanho e, por uma separação granulométrica (Velis *et al.*, 2010). Após esta fase segue-se o tratamento mecânico donde se separam por materiais os fluxos separados na fase inicial, prosseguindo posteriormente para a fase de tratamento biológico e de afinação final.

Certas técnicas do processo mecânico podem ocorrer antes (pré-processamento) e depois (pós-processamento) do tratamento biológico (Velis *et al.*, 2010). Este processo do TMB é muito importante, porque exerce uma grande influência na qualidade do produto final.

3.4.1.Redução de tamanho (Cominuição)

A redução de tamanho é, frequentemente, a primeira etapa do TM referente a uma instalação TMB (Velis *et al.*, 2010). Esta é responsável por converter os resíduos com maior volume, em dimensões mais pequenas.

Para além disso, também promove a homogeneidade da mistura de resíduos, aumenta a razão área/volume (Velis *et al.*, 2010; Martinho *et al.*, 2011; Bilitewski, 2011), controla a descarga de resíduos para o equipamento a jusante (Bilitewski, 2011) e fragmenta os resíduos que estão agregados (Velis *et al.*, 2010).

Todas estas razões evidenciam a grande influência que esta operação unitária exerce sob a etapa seguinte, já que beneficia a separação dos resíduos.

Os equipamentos utilizados para o processo de redução do tamanho dos resíduos ou abre sacos são, em regra, designados por trituradores (*shredders*) e moinhos (*granulators*) (Velis *et al.*, 2010; Martinho *et al.*, 2011). Alguns destes equipamentos são os seguintes:

- Moinhos de martelos

Um moinho de martelos é constituído por martelos montados num rotor ou eixo no interior de uma câmara (Tchobanoglous & Kreith, 2002; Martinho *et al.*, 2011).

Este eixo pode ser horizontal ou vertical, sendo que o primeiro é o mais utilizado (Velis *et al.*, 2010; Bilitewski, 2011). Os moinhos de martelos de eixo horizontal possuem uma grelha de descarga de fundo com aberturas com tamanhos específicos.

Os resíduos são triturados pelos martelos e ficam no interior da câmara cilíndrica até possuírem tamanho que permita passar pelas aberturas (Tchobanoglous & Kreith, 2002; Velis *et al.*, 2010; Martinho *et al.*, 2011).

Nos equipamentos com eixo vertical, a câmara é em forma de cone e não existe grelha de fundo pelo que deve ser mantida uma distância constante entre o último martelo e o fundo da câmara.

Assim, o número de martelos é que determina o tamanho dos resíduos, ao contrário da grelha nos equipamentos anteriores (Bilitewski, 2011). Neste caso, os resíduos são movidos para o fundo do cone pelo movimento dos martelos complementado com a força da gravidade (Velis *et al.*, 2010).

- Triturador por lâminas de corte

O triturador por lâminas de corte (Figura 3.2) é equipado com um ou dois eixos horizontais. Estes eixos de movimento contrário, contém lâminas que cortam e rasgam o material.

Com o triturador a funcionar a velocidade baixa com grande esforço de torção, o material é introduzido pelo topo, passando através dos espaços formados entre as lâminas que contém umas pequenas saliências para agarrar o material. Os espaços entre as lâminas é que definem o tamanho do material (Velis *et al.*, 2010; Bilitewski, 2011; Martinho *et al.*, 2011).

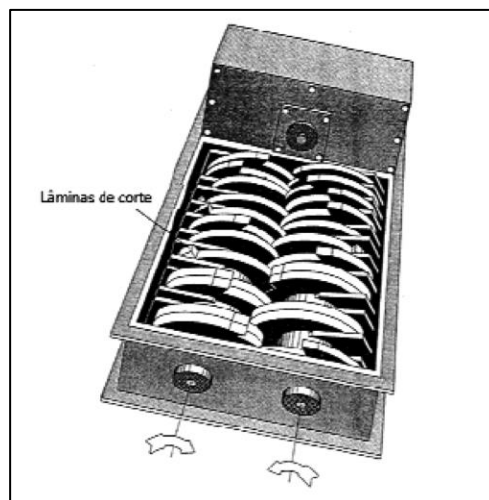


Figura 3.2. Triturador por lâminas de corte (adaptado de Tchobanoglous & Kreith, 2002)

- Moinho de malhos

O moinho de malhos é considerado semelhante ao moinho de martelos, no entanto, com diferenças importantes. Este moedor grosseiro, contém malhos com espessura fina em vez de martelos, espaçados uns dos outros e montados no eixo rotativo. Os resíduos são introduzidos pela parte superior do equipamento e passa uma única vez pela área do eixo, uma vez que não existe uma grelha no fundo (Velis *et al.*, 2010).

- Moinho de bolas

Um moinho de bolas é constituído por um tambor rotativo com bolas pesadas no seu interior (Velis *et al.*, 2010; Bilitewski, 2011). Segundo Bilitewski (2011), cerca de 17% do interior do tambor é preenchido pelas bolas. Estas bolas que adquirem movimento cascata devido à rotação do tambor, entram em contacto com os resíduos e promovem a redução do seu tamanho (Velis *et al.*, 2010; Bilitewski, 2011).

Segundo Velis *et al.* (2010) os moinhos de malhos e os trituradores por lâminas de corte podem ser também abertos para sacos, com trituração mais suave de modo a abrir os sacos e deixar a maioria dos resíduos intactos.

3.4.2. Separação mecânica

Em processos de TMB, a separação mecânica é uma etapa fundamental para a gestão de fluxos de resíduos. Normalmente, quando se trata de instalações TMB, os resíduos são previamente sujeitos a uma redução ou objeto de abertura dos sacos, antes de serem encaminhados para crivos granulométricos ou triagem prévia de volumosos e separados em diferentes frações (Velis *et al.*, 2010). Esta etapa consiste na separação de um fluxo de resíduos em dois ou mais fluxos, de acordo com as características físicas pretendidas (Velis *et al.*, 2010; Bilitewski, 2011).

Os equipamentos utilizados para a separação das frações dos resíduos são os seguintes:

- Separadores granulométricos/Crivagem

De uma forma geral, a crivagem consiste na separação de resíduos em diferentes frações, consoante o tamanho das aberturas dos equipamentos (Bilitewski, 2011). Os equipamentos mais utilizados para separação de resíduos são os crivos vibratórios, de tambor rotativos e os de discos (Tchobanoglous & Kreith, 2002; Velis *et al.*, 2010; Martinho *et al.*, 2011).

O crivo de tambor rotativo é designado por *trommel*, sendo o equipamento mais utilizado para a separação e classificação dos resíduos, ou seja, separação por tamanho do material (Lau *et al.*, 2005; Chen *et al.*, 2010; Velis *et al.*, 2010). Segundo Velis *et al.* (2010) os equipamentos mais utilizados depois do *trommel*, são os crivos vibratórios e os crivos de discos, respetivamente.

I. Crivo vibratório

Os crivos vibratórios consistem em uma ou mais placas perfuradas que possuem movimento vibratório, colocadas sob um plano inclinado. Quando se pretende separar duas frações de resíduos, o crivo vibratório é constituído apenas por uma placa perfurada. Para separar mais frações devem ser colocadas mais placas. A Figura 3.3 é um exemplo de um crivo vibratório com duas placas, para separar três frações diferentes (Tchobanoglous & Kreith, 2002).

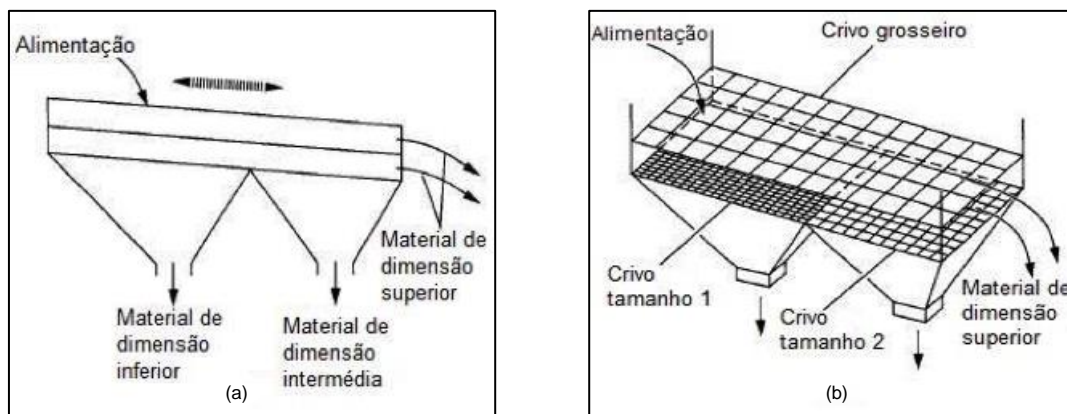


Figura 3.3. Crivo vibratório: (a) perfil, (b) perspetiva (adaptado de Tchobanoglous & Kreith, 2002)

Neste caso, os resíduos são introduzidos na parte inicial do crivo e vão-se movimentando até ao final do mesmo, devido ao declive que a/s placa/s apresentam. O movimento vibratório também obriga os resíduos a moverem-se, porque lhes confere um movimento oscilatório vertical. Este movimento provoca a colisão dos resíduos várias vezes na placa, promovendo o contacto com as perfurações das placas e portanto o atravessamento dos materiais de menores dimensões no crivo (Tchobanoglous & Kreith, 2002).

Segundo Guifeng & Xin (2011) parâmetros de vibração e de estrutura, bem como a taxa de alimentação do crivo são fatores que influenciam a eficiência deste equipamento. Estes autores que estudaram o comprimento do crivo vibratório (parâmetro de estrutura) para diferentes valores de frequência, ângulo de vibração, amplitude (parâmetros de vibração) e inclinação do crivo (parâmetro de estrutura), concluíram que, de uma forma geral, o maior comprimento do crivo implica uma maior eficiência de separação, quaisquer que sejam os valores para os parâmetros mencionados. No entanto, para a frequência e amplitude determinaram intervalos de valores, 20 Hz a 30 Hz e 30° a 60°, respetivamente, para os quais a eficiência é máxima.

II. Crivo de tambor rotativo

O crivo de tambor rotativo é constituído, essencialmente, por um cilindro perfurado com movimento rotativo, que se encontra posicionado a um pequeno ângulo em relação à horizontal (Lau *et al.*, 2005; Chen *et al.*, 2010; Martinho *et al.*, 2011; Pichtel, 2014). No seu interior, por vezes possui suportes que permitem um melhor movimento de levantamento e queda dos resíduos e, além destes suportes, pode ainda ser munido de facas na extremidade inicial com o objetivo de abrir sacos (Martinho *et al.*, 2011). Há também a possibilidade de estas facas estarem colocadas ao longo do interior do crivo, com o mesmo objetivo, ao invés de estarem só na parte inicial.

A dimensão das perfurações apresentadas no *trommel* pode ser constante ao longo do cilindro ou então variável. A Figura 3.4 (a) ilustra um possível design de um *trommel* e a Figura 3.4 (b) apresenta um design básico do mesmo equipamento.

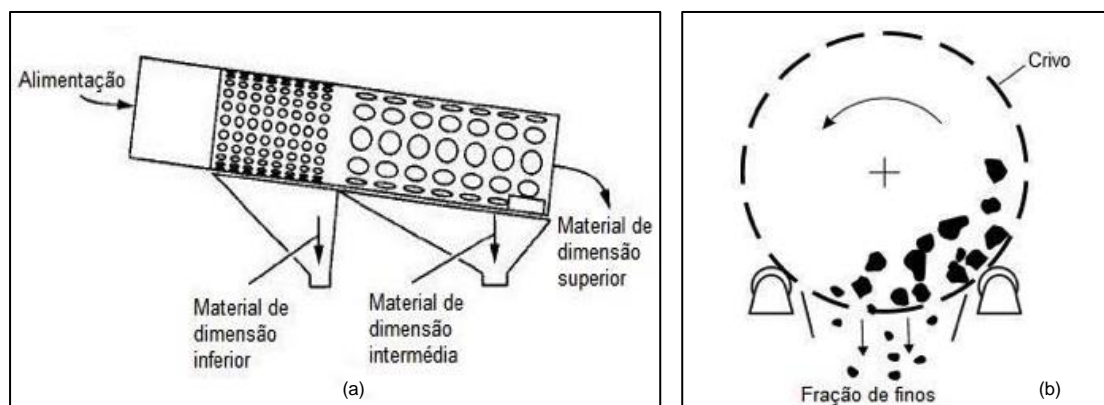


Figura 3.4. Crivo de tambor rotativo: (a) possível design (adaptado de Tchobanoglous & Kreith, 2002),
(b) movimento dos resíduos (adaptado de Bilitewski, 2011)

O material a ser separado entra pela extremidade superior do cilindro, e desce ao longo do mesmo em espiral, devido às características conhecidas do tambor (Martinho *et al.*, 2011; Pichtel, 2014). Este fenómeno implica que o material de menor fração caia pelas perfurações e o de maior fração prossiga para a extremidade final do crivo.

O comportamento que os resíduos adquirem no interior do crivo pode ser cascata, catarata ou centrifugação (Bilitewski, 2011; Martinho *et al.*, 2011), como demonstrado na Figura 3.5.

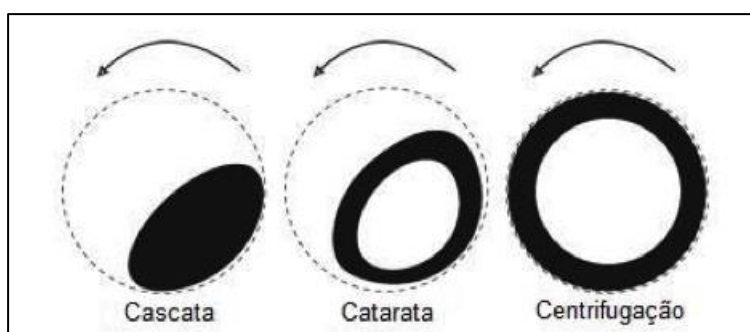


Figura 3.5. Comportamento dos resíduos no interior do crivo de tambor rotativo (adaptado de Pichtel, 2014)

A cascata acontece quando o movimento rotacional do cilindro é baixo. Os resíduos elevam-se ligeiramente mas caem logo de seguida, pelo que ocorre o rolamento dos mesmos. Assim, falham a maioria das perfurações do cilindro, logo é menos eficiente (Bilitewski, 2011; Martinho *et al.*, 2011; Pichtel, 2014).

À medida que a velocidade de rotação aumenta, os resíduos elevam-se mais, separam-se do cilindro e caem de volta. Este comportamento (catarata) permite uma maior passagem pelas perfurações já que possui maior turbulência, portanto confere uma maior eficiência de separação. Um novo aumento da velocidade de rotação, transforma o fenómeno anterior em centrifugação, pelo que atinge uma velocidade crítica. O material tende a juntar-se às paredes do tambor, onde permanece, tapando as perfurações, o que implica uma baixa eficiência (Chen *et al.*, 2010; Bilitewski, 2011; Martinho *et al.*, 2011; Pichtel, 2014).

Conclui-se que, para uma maior eficiência de separação, o crivo em questão deve funcionar com uma velocidade que permita atingir o fenómeno de catarata.

O ângulo de inclinação de posicionamento do *trommel* que permite uma maior eficiência de separação é de 5°, valor que não deve ser ultrapassado porque diminui bastante a eficiência (Chen *et al.*, 2010; Bilitewski, 2011).

Além disto, a eficiência deste equipamento também depende do comprimento do crivo, já que quanto maior este for mais eficiente será, pois promove um maior contacto com os resíduos (Chen *et al.*, 2010; Bilitewski, 2011; Pichtel, 2014), do diâmetro, da dimensão das perfurações e do tipo e número de suportes (Bilitewski, 2011).

As vantagens e desvantagens deste equipamento são apresentadas na tabela seguinte.

Tabela 3.3. Vantagens e desvantagens do trommel (adaptado de Lau *et al.*, 2005; Chen *et al.*, 2010; Velis *et al.*, 2010)

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Simples; • Velocidade e ângulo de inclinação do tambor variáveis; • Movimento de elevação e cascata ideal para materiais molhados e difíceis de desembaraçar; • Baixos custos de capital, operação e manutenção; • Êxito na separação de RU, na produção de CDR e na reciclagem de resíduos de construção e demolição. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entupimento das perfurações do tambor por resíduos, que provocam a diminuição do tamanho efetivo das aberturas e reduz, portanto, o fluxo de resíduos da fração inferior.

III. Crivo de discos

Os crivos de discos são constituídos por um conjunto de eixos rotativos, paralelos e equidistantes, cada um com vários discos montados, que se encontram perpendiculares ao movimento do fluxo dos resíduos (Figura 3.6) (Tchobanoglous & Kreith, 2002; Bilitewski, 2011). Os discos são posicionados de forma a que se encontrem no espaço entre os discos do eixo a que está paralelo, como se pode perceber pela Figura 3.6. A distância entre discos do mesmo eixo determina o tamanho da abertura de queda dos resíduos (Bilitewski, 2011).

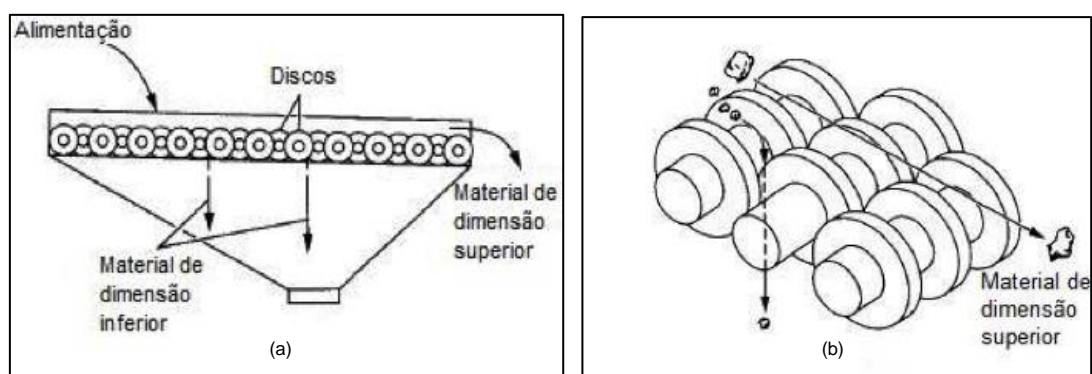


Figura 3.6. Crivo de discos: (a) perfil, (b) perspectiva (adaptado de Tchobanoglous & Kreith, 2002)

O movimento rotativo dos discos transporta a fração de resíduos de maior dimensão para a parte posterior do crivo, enquanto a fração inferior cai entre os discos (Tchobanoglous & Kreith, 2002). Caso ocorra algum bloqueio entre os discos, o mecanismo de rotação inverte o sentido, por forma a libertar os resíduos bloqueados (Martinho *et al.*, 2011).

Segundo Tchobanoglous & Kreith (2002), este crivo apresenta tamanho, custo e desempenho entre os crivos vibratórios e os crivos de tambor rotativo. Na tabela seguinte são consideradas as vantagens e desvantagens deste equipamento.

Tabela 3.4. Vantagens e desvantagens do crivo de discos (adaptado de Tchobanoglous & Kreith, 2002)

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Auto limpeza; ▪ Espaço entre discos ajustável, o que permite separar resíduos com diferentes tamanhos; ▪ Não necessita de vibração. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Complexidade mecânica; ▪ Problemas com materiais longos e flexíveis;

- Separadores densimétricos

A separação densimétrica permite a separação dos resíduos em diferentes fluxos, com base em características físicas como a densidade e a forma do material (Piedade & Aguiar, 2010).

Este processo é intermediado por separadores densimétricos, tais como os classificadores por ar ou separadores balísticos, que em instalações TMB são normalmente os mais utilizados (Piedade & Aguiar, 2010; Velis *et al.*, 2010).

I. Classificadores por ar

Nos classificadores por ar, os resíduos são separados através de um fluxo de ar. De acordo com a densidade e as propriedades aerodinâmicas dos resíduos, os materiais mais densos, como papel e plástico, caem devido à força gravitacional e os mais leves, tais como metais e vidro, são arrastados na corrente de ar (Piedade & Aguiar, 2010; Martinho *et al.*, 2011; Bilitewski, 2011). Associado a um classificador por ar está um ciclone, que é responsável por recolher a fração leve do ar (Piedade & Aguiar, 2010; Martinho *et al.*, 2011).

II. Separadores balísticos

Os separadores balísticos permitem a separação dos resíduos em três frações diferentes (pesada, leve e finos), baseada na densidade, tamanho, forma e dureza. Estes equipamentos são constituídos por placas longitudinais perfuradas, com inclinação variável (Velis *et al.*, 2010; Piedade & Aguiar, 2010; Martinho *et al.*, 2011; Bilitewski, 2011) (tipicamente entre 15% a 20%) e movimento vibratório (Martinho *et al.*, 2011; Bilitewski, 2011). Os resíduos são alimentados pela parte anterior do balístico, sendo que os mais pesados e rolantes descem para a parte anterior das placas, os finos caem pelas perfurações e a fração leve e plana é encaminhada no sentido ascendente das placas como exemplificado na Figura 3.7 (Velis *et al.*, 2010; Martinho *et al.*, 2011; Bilitewski, 2011).

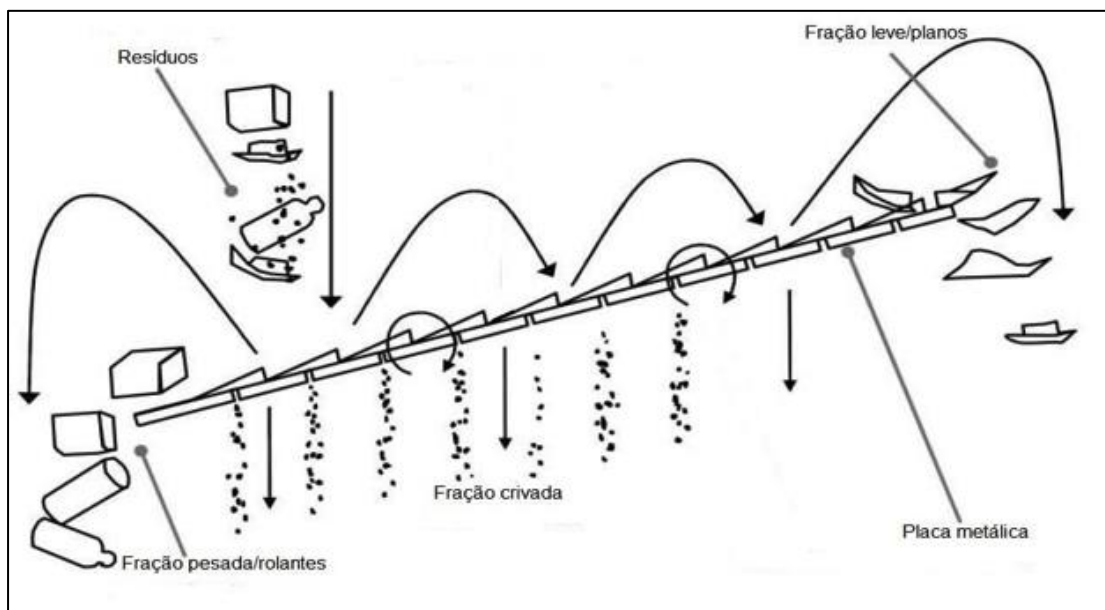


Figura 3.7. Separador balístico (adaptado de Velis *et al.*, 2010)

- Separadores magnéticos

Os separadores magnéticos (Figura 3.8) são os responsáveis por removerem os metais ferrosos do fluxo de resíduos, dando assim origem, à separação magnética (Tchobanoglous & Kreith, 2002; Velis *et al.*, 2010; Piedade & Aguiar, 2010; Martinho *et al.*, 2011; Bilitewski, 2011). Estes equipamentos são constituídos por um eletroímã, cujo campo magnético só é funcional quando está ligado à corrente eléctrica, ou então pode ser constituído por um íman permanente, ou seja, que produz um campo eléctrico constante (Tchobanoglous & Kreith, 2002; Martinho *et al.*, 2011).

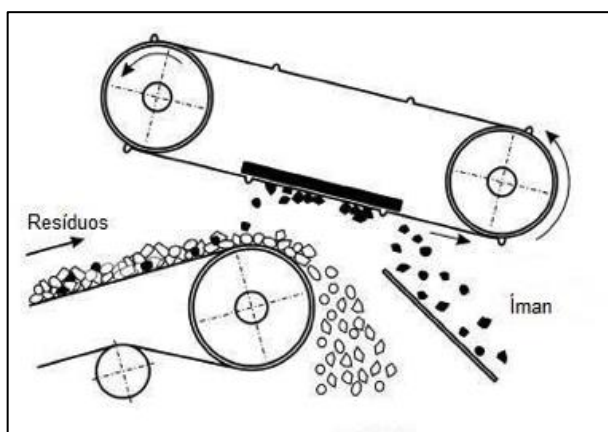


Figura 3.8. Separador magnético (adaptado de Bilitewski, 2011)

- Separadores por correntes de Foucault

Os metais não ferrosos são removidos do restante material, através de correntes eléctricas induzidas, capazes de produzirem campos magnéticos contrários aos dos metais não ferrosos. Estas correntes eléctricas induzidas (correntes de Foucault),

exercem uma força sobre os metais não ferrosos, de modo que os coloca fora do campo magnético, promovendo assim, a separação desejada (Tchobanoglous & Kreith, 2002; Velis *et al.*, 2010; Piedade & Aguiar, 2010; Martinho *et al.*, 2011; Bilitewski, 2011). Apresenta-se na Figura 3.9 um esquema do funcionamento.

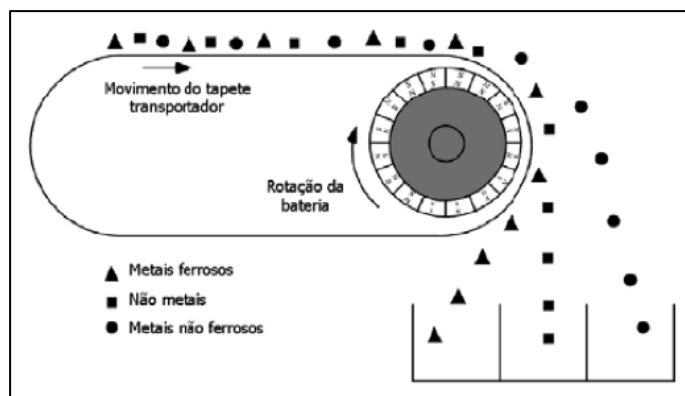


Figura 3.9. Separador por correntes de Foucault (adaptado de Martinho *et al.*, 2011)

- Separadores óticos

A separação ótica é uma técnica usada para identificar e separar os resíduos por diferentes categorias (Piedade & Aguiar, 2010; Bilitewski, 2011). Dadas estas características, os sistemas de separação ótica são designados também, por sistemas de triagem automática e são constituídos por quatro componentes: sistema de alimentação, sistema de identificação (sensores), microprocessador para classificar os resíduos e enviar informação ao sistema de injeção, e, por fim, sistema de injeção que assegura a separação do material (Martinho *et al.*, 2011).

Os resíduos ao passarem sob um separador ótico (Figura 3.10) são identificados e selecionados para diferentes categorias (Piedade & Aguiar, 2010; Bilitewski, 2011). Segundo Piedade & Aguiar (2010), caso se trate de uma instalação sequencial, primeiro são separadas embalagens plásticas das não plásticas e posteriormente, é feita a separação por tipo de material, como PET, PEAD e ECAL.

Com base nas informações de tipologia recolhidas é enviado um sinal para o jato de ar, que ativa e ejeta o material para fora do fluxo, encaminhando-o para o respetivo contentor (Piedade & Aguiar, 2010; Bilitewski, 2011).

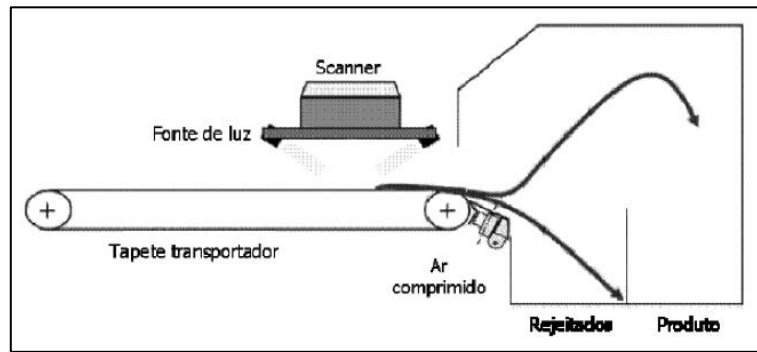


Figura 3.10. Separador ótico (adaptado de Martinho *et al.*, 2011)

- Mesas de triagem manual

A triagem manual, apesar de muito trabalhosa, é a técnica mais confiável para a separação dos materiais (Bilitewski, 2011). Esta é realizada por meio de mesas de triagem, equipamentos que apresentam os materiais diante dos postos de triagem manual. Constituídas por um transportador de banda, são dispostas dentro de cabines situadas numa plataforma sobre silos ou contentores, onde os trabalhadores colocam os materiais triados (Piedade & Aguiar, 2010).

A triagem pode ser positiva ou negativa. A positiva é quando se retiram os materiais recicláveis, ou de outra forma, os materiais desejáveis das mesas e a negativa ocorre quando se removem os materiais não desejáveis das mesas (Bilitewski, 2011).

Na triagem manual, exemplificada na Figura 3.11, é importante manter condições de trabalho adequadas, devido ao ambiente ao qual os trabalhadores estão expostos (Piedade & Aguiar, 2010; Bilitewski, 2011).

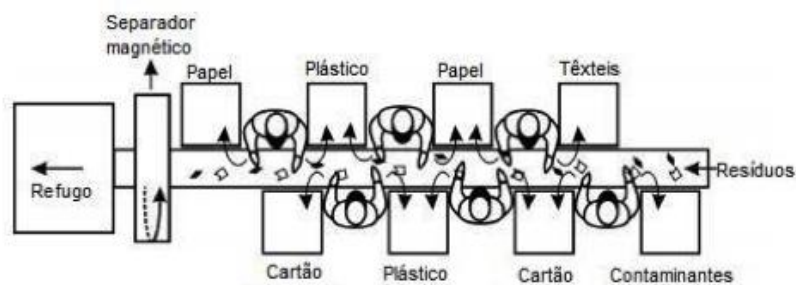


Figura 3.11. Estação de triagem manual (adaptado de Bilitewski, 2011)

3.4.3. Compactação/Densificação

Após a operação unitária de separação, é necessária a compactação dos materiais obtidos, por forma a reduzir o espaço necessário para armazenamento e a otimizar o transporte dos mesmos. Isto é possível porque a compactação promove a redução do volume e aumenta a densidade dos materiais (Bilitewski, 2011; Martinho *et al.*, 2011). Os equipamentos de

compactação utilizados em instalações TMB são, em regra, as prensas enfardadoras e as pelletizadoras (Velis *et al.*, 2010).

- Prensas enfardadoras

As prensas enfardadoras são equipamentos de resistência sólida uma vez que utilizam as paredes das câmaras de prensagem como uma resistência sólida (Bilitewski, 2011; Martinho *et al.*, 2011). Quando colocados nestes equipamentos, os materiais são prensados e enfardados dando origem a fardos, que são encaminhados para os retomadores (Piedade & Aguiar, 2010).

- Pelletizadoras

As pelletizadoras são equipamentos de moldagem por extrusão, pois utilizam um molde para conferir resistência (Bilitewski, 2011; Martinho *et al.*, 2011). Com os materiais triados, estas produzem pellets cilíndricos por acondicionamento, compressão-moldação e arrefecimento (Martinho *et al.*, 2011).

3.4.4. Transporte

O transporte de resíduos entre os vários processos do TM são intermediados por transportadores, sendo os mais utilizados os tapetes transportadores (Figura 3.12) (Piedade & Aguiar, 2010; Martinho *et al.*, 2011).

O tapete é o componente principal do equipamento e pode ser de três tipos diferentes: borracha (o mais comum), metálico (confere resistência à carga e é anti-abrasivo) ou tela (Piedade & Aguiar, 2010).

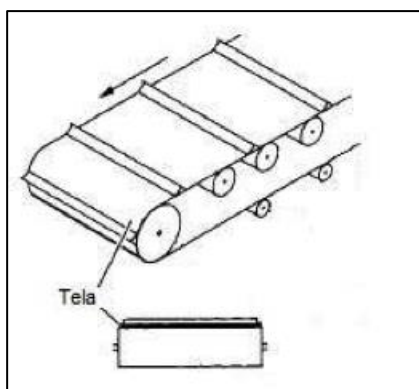


Figura 3.12. Tapete transportador (adaptado de Tchobanoglous & Kreith, 2002)

3.5. Tratamento Biológico

A reciclagem da matéria orgânica dos RU pode ser conseguida através de processos aeróbios (compostagem) ou anaeróbios (digestão anaeróbia). Estes diferentes processos de valorização dos resíduos biodegradáveis, resultam nas vantagens da produção de um composto orgânico e na redução da quantidade de resíduos depositados diretamente em

aterro sanitário. A produção de biogás é, também, outra vantagem mas é característica apenas de processos anaeróbios (Levy & Cabeças, 2006).

Os processos de compostagem e digestão anaeróbia são descritos, em síntese, em seguida.

3.5.1.Compostagem

A compostagem consiste na estabilização e degradação biológica da fração orgânica dos RU, por ação de microrganismos, na presença de oxigénio e mediante um ambiente específico e controlado, da qual resulta o composto, um material estável, higienizado e rico em húmus, adequado para utilização no solo como corretivo orgânico (Haug, 1993; Cheremisinoff, 2003; Williams, 2005; Chen *et al.*, 2011; Stentiford & Bertoldi, 2011; Martinho *et al.*, 2011).

A eficiência do processo de compostagem está diretamente dependente da evolução sucessiva de populações microbiológicas no substrato orgânico (Stentiford & Bertoldi, 2011).

Na presença de oxigénio, estas populações são as responsáveis por transformar a matéria orgânica em dióxido de carbono (CO_2), vapor de água, energia sob a forma de calor e compostos húmicos (Haug, 1993; Tuomela, 2000; Stentiford & Bertoldi, 2011).

A Figura 3.13 representa o processo de compostagem descrito.

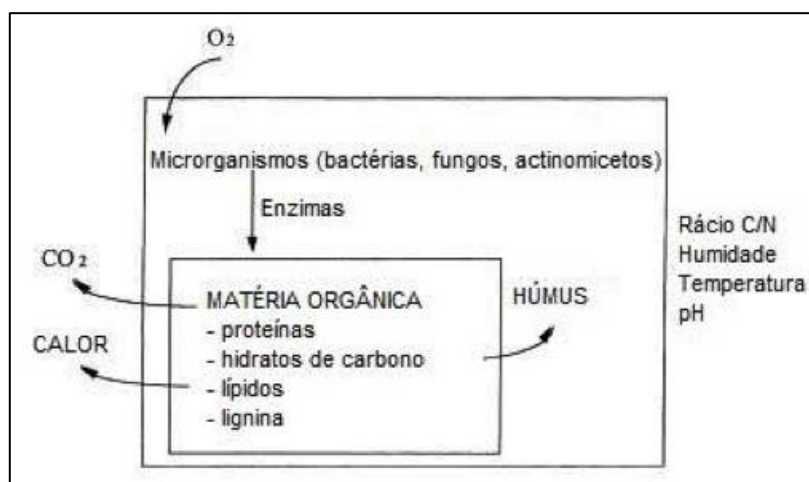


Figura 3.13. Processo de compostagem (adaptado de Tuomela, 2000)

O processo de compostagem divide-se globalmente em duas fases (Haug, 1993; Epstein, 1997):

- A primeira denominada por fase ativa de compostagem, compreende a decomposição da maior parte dos substratos orgânicos, e,
- A segunda fase, a de maturação, concentra-se na estabilização e maturação do composto.

De acordo com Epstein (1997), estas fases podem ainda ser diferenciadas de acordo com as temperaturas (mesófila e termófila).

- Quando a massa em compostagem atinge valores de temperatura na ordem dos 45°C, os microrganismos mesofílicos cessam a sua atividade, dando origem a microrganismos termófilos, característicos de uma nova fase, a termofílica (Tuomela *et al.*, 2000; Stentiford & Bertoldi, 2011), que pode durar várias semanas (Cooperband, 2000, 2002). Devido às temperaturas elevadas que caracterizam a fase termofílica (podem atingir até 70°C), verifica-se a inativação de agentes patogénicos e a destruição de sementes infestantes (Haug, 1993).
- Terminadas as fontes de carbono do substrato, a atividade metabólica dos microrganismos termófilos diminui, o que implica uma diminuição lenta da temperatura. Assim, a massa em compostagem sofre um arrefecimento tal, que permite a recolonização de microrganismos mesofílicos (Haug, 1993). É alcançada, então, a última fase do processo de compostagem.
- A fase de maturação, segundo Stentiford & Bertoldi (2011), corresponde à mineralização de moléculas que degradam lentamente e à humificação de compostos lignocelulósicos, isto é, substratos mais complexos. Desta fase, que pode demorar meses (Tuomela *et al.*, 2000), resulta o composto húmico e estabilizado, incapaz de transmitir efeitos fitotóxicos para o solo (Bernal *et al.*, 1998; Stentiford & Bertoldi, 2011).

De acordo com o descrito anteriormente, a Figura 3.14 mostra a evolução de temperatura ao longo do tempo de compostagem, evidenciando as fases do processo.

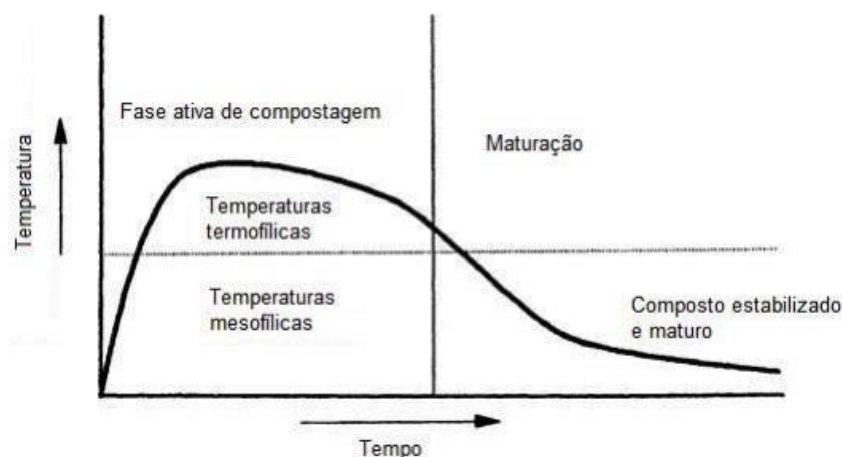


Figura 3.14. Fases de compostagem relacionadas com a temperatura (adaptado de Epstein, 1997)

Segundo Haug (1993), após o processo de compostagem é importante ocorrer uma fase de pós-processamento, que consiste na afinação do produto.

Este processo realizado por exemplo, por equipamentos de crivagem, tem como objetivo tornar o composto da melhor qualidade possível, livre de materiais indesejáveis, como plásticos e vidro.

Fatores que afetam a compostagem

O sucesso do processo de compostagem é influenciado por certos fatores que afetam o metabolismo das populações microbiológicas, responsáveis pela degradação de matéria orgânica, nomeadamente (Vallini *et al.*, 2002; Williams, 2005; Levy & Cabeças, 2006; Bialobrzewski *et al.*, 2015):

- A temperatura,
- A disponibilidade de oxigénio,
- A concentração de nutrientes (relação C/N),
- O teor de humidade,
- O pH e,
- A granulometria do material.

Estes são, então, os fatores dos quais se devem ter conhecimento, já que este conhecimento permite obter um processo controlado e otimizado (Vallini *et al.*, 2002; Williams, 2005; Levy & Cabeças, 2006; Bialobrzewski *et al.*, 2015).

Tecnologias de compostagem

Os processos de compostagem são distinguidos de acordo com a tecnologia adotada. Os processos dividem-se em duas grandes categorias, sistemas abertos ou fechados, também denominados por sistemas não reator e reator ou “*in-vessel*”, respetivamente (Haug, 1993; Vallini *et al.*, 2002; Gajalakshim & Abbasi, 2008).

Os sistemas não reator incluem pilhas (leiras ou medas) de compostagem ou sistema “*Windrow*” e pilhas de compostagem estáticas arejadas (Haug, 1993; Vallini *et al.*, 2002). Já os sistemas reator incluem reatores verticais e reatores horizontais ou inclinados (Haug, 1993).

- Sistema de Pilhas ou Sistema “*Windrow*”

O sistema de pilhas é o sistema mais antigo e também o mais simples, por ser o menos evoluído tecnologicamente (Krogmann *et al.*, 2011).

O material a compostar é colocado em pilhas alongadas que, periodicamente, são revolvidas (Figura 3.15) (Haug, 1993; Vallini *et al.*, 2002; Gajalakshim & Abbasi, 2008; Krogmann *et al.*, 2011).

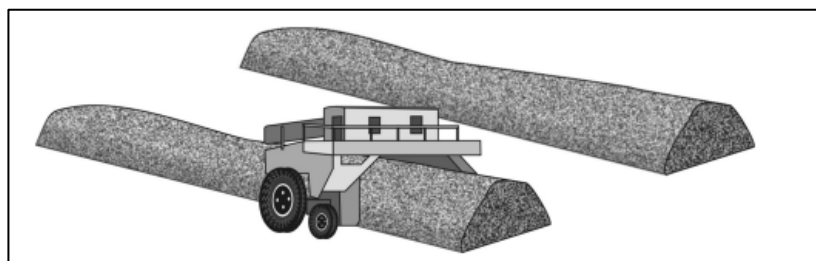


Figura 3.15. Pilha de compostagem e equipamento de revolvimento (adaptado de Krogmann *et al.*, 2011)

As pilhas podem adquirir as formas transversal cónica, triangular ou trapezoidal (Krogmann *et al.*, 2011), no entanto, as pilhas com secção transversal trapezoidal são, geralmente, as mais utilizadas (Gajalakshim & Abbasi, 2008), pois promovem o arejamento de mais material ocupando menos espaço. As pilhas com arejamento forçado, para além de sofrerem revolvimento, são arejadas por mecanismos de ventilação. Tubos perfurados são colocados sob a pilha para auxiliar a transferência de ar (Haug, 1993; Gajalakshim & Abbasi, 2008; Krogmann *et al.*, 2011).

Caso as pilhas estejam expostas a elevada pluviosidade, existem sistemas como telas especiais com microporos de 0,2 μm , que impedem a introdução de chuva na pilha, permitindo, no entanto, a introdução de ar e a saída do vapor de água. Além disto, estas reduzem os odores desagradáveis e protegem contra danos provocados pelo vento (Cabeças, sebenta académica).

- Sistemas de Pilhas Estáticas Arejadas

Nos sistemas de pilhas estáticas arejadas não existe revolvimento da massa em compostagem (Vallini *et al.*, 2002; Gajalakshim & Abbasi, 2008; Krogmann *et al.*, 2011). Por não sofrer revolvimento a pilha é denominada de estática, facto que permite dimensões de altura e largura superiores as da técnica anterior, pois não dependem do tamanho do equipamento de revolvimento (Gajalakshim & Abbasi, 2008). No entanto, mesmo não sendo revolvida, é necessário manter a porosidade da pilha para cumprir as condições de temperatura e humidade favoráveis (Haug, 1993; Vallini *et al.*, 2002; Gajalakshim & Abbasi, 2008; Krogmann *et al.*, 2011).

O arejamento da pilha pode ser realizado por três modos diferentes: modo positivo por injeção de ar, modo negativo por sucção de ar e modo híbrido por combinação dos dois métodos anteriores. O método de arejamento mais adequado é o híbrido, pois permite alternar o modo positivo e negativo, o que permite um maior controlo das condições de temperatura e humidade e, portanto, um produto final de melhor qualidade (Cabeças, sebenta académica).

- Reatores Verticais – Reatores do Tipo Silo ou Torre

Os silos ou torres são biorreatores ou BRS que podem adotar forma circular ou retangular, sendo a circular a mais comum (Krogmann *et al.*, 2011).

O material a compostar é introduzido, continuamente ou de forma intermitente, no topo do reator e sofre a fase ativa da compostagem à medida que vai fluindo para a base (Vallini *et al.*, 2002; Williams, 2005; Krogmann *et al.*, 2011).

O arejamento pode ser realizado a favor ou contra o fluxo de material, sendo o último o mais utilizado (Haug, 1993; Vallini *et al.*, 2002; Krogmann *et al.*, 2011).

Após esta fase, o material é colocado em pilhas ou num segundo reator vertical, onde ocorre a fase de maturação (Vallini *et al.*, 2002, Krogmann *et al.*, 2011).

- Reatores Horizontais ou Inclinação

- *Reator Tambor Rotativo (ex: Dano)*

Os reatores de tambor rotativo (Figura 3.16), normalmente designados por biorreatores ou BRS, são considerados como um sistema dinâmico, uma vez que os resíduos estão sempre em movimento (Haug, 1993; Levy & Cabeças, 2006; Krogmann *et al.*, 2011).



Figura 3.16. Reator de tambor rotativo - sistema Dano (foto - Carla Gomes)

Os biorreatores, que apresentam forma cilíndrica, são caracterizados por possuírem um movimento rotativo em relação a um eixo horizontal, com velocidade lenta. Os resíduos são introduzidos pela extremidade inicial do tambor, e dentro do mesmo, encontram-se em mistura contínua devido ao movimento rotativo, que também é responsável por mover os resíduos para a extremidade final (Vallini *et al.*, 2002; Levy & Cabeças, 2006; Krogmann *et al.*, 2011). Segundo Levy & Cabeças (2006), os resíduos permanecem dentro do BRS entre 1 a 5 dias e Vallini *et al.* (2002) considera apenas 3 dias. Durante este tempo ocorre a fase ativa de compostagem, onde o oxigénio é introduzido no sistema por insuflação de ar, no sentido oposto ao dos resíduos (Vallini *et al.*, 2002; Levy & Cabeças, 2006). Dado o tempo ser insuficiente dentro do biorreator, é necessária uma fase de complementação do processo (maturação), preconizada por sistemas de pilhas ou sistemas de pilhas estáticas arejadas (Vallini *et al.*, 2002; Levy & Cabeças, 2006; Krogmann *et al.*, 2011).

- *Reator Tipo Hangar (Cabeças, sebenta académica)*

Em reatores do tipo hangar, a compostagem ocorre em baías, tipicamente rectangulares, colocadas dentro de pavilhões completamente fechados. A massa em compostagem é colocada nas baías, onde o arejamento é efetuado por insuflação, através da base porosa onde se coloca o material e/ou por mecanismos de revolvimento. Estes mecanismos consistem num sistema de guias ou pás suspensas em trilhos colocados ao longo das baías. Como esta tecnologia ocorre em pavilhões

fechados, por vezes são originadas grandes quantidades de gases, que devem ser extraídos e encaminhados para um bio filtro (pilha de composto maturado ou turfa), de modo a evitar a libertação de maus odores. Após a fase ativa de compostagem, o composto deve sofrer ainda a fase de maturação, através de sistemas de pilhas em área coberta, durante seis semanas.

- *Reator de Pilhas Trapezoidais* (Levy & Cabeças, 2006)

Nestes reatores, o processo de compostagem é realizado em pavilhões fechados. O material a compostar, é depositado de modo a formar uma pilha com secção transversal trapezoidal, processo que demora cerca de uma semana. Completa a formação de pilha, esta é revolvida por uma unidade automática de revolvimento que desloca, semanalmente, a pilha ao longo do pavilhão e ainda, quando necessário, garante a irrigação do material. Sempre que uma pilha de composto maturado é recolhida, uma nova pilha é formada na extremidade inicial do pavilhão, uma vez que à medida que uma pilha avança, todas as pilhas avançam, deixando espaço para uma nova pilha. O tempo de permanência de cada pilha pode durar entre 8 a 12 semanas. Durante a fase termófila do processo, as águas lixiviadas são recirculadas com o objetivo de humidificar as pilhas, o que minimiza o consumo de água limpa, bem como, a quantidade de água lixiviada a tratar. O arejamento pode ser efetuado por insuflação ou sucção de ar. Quando se processa por insuflação, o pavilhão deve funcionar em depressão, ou seja, a pressão do ar no interior deve ser inferior à pressão atmosférica, para minimizar a emissão de odores para o exterior. Quando se realiza por sucção é introduzido, simultaneamente, ar limpo no pavilhão, o que implica a existência de ar não contaminado, dentro do mesmo.

- *Reator Tipo Túnel*

Neste tipo de reator horizontal a fase ativa de decomposição ocorre em túneis, com dimensões definidas de acordo com a produção de resíduos (Krogmann *et al.*, 2011; Martinho *et al.*, 2011).

Os resíduos a compostar são introduzidos numa das extremidades do túnel e, diariamente, vão sendo empurrados para a extremidade contrária, por intermédio de uma máquina hidráulica ou de um êmbolo. Este último quando atinge o limite do percurso, recua para dar origem a um novo ciclo de alimentação (Levy & Cabeças, 2006).

Durante a fase ativa de compostagem o arejamento é forçado e efetuado a partir da base dos túneis. É realizada remoção de gases durante o processo, que são tratados e só depois libertados para a atmosfera (Levy & Cabeças, 2006) e ainda, a adição de água, para manter as condições de humidade, efetuada por dispositivos colocados no teto (Krogmann *et al.*, 2011; Martinho *et al.*, 2011).

3.5.2. Digestão Anaeróbia

A Digestão Anaeróbia (DA) é um processo biológico que ocorre na ausência de oxigénio. Durante o processo, a matéria orgânica é degradada por ação de microrganismos (bactérias anaeróbias), da qual resultam biogás (constituído essencialmente por metano (CH_4) e CO_2) e um produto digerido (Mata-Alvarez, 2003; Levy & Cabeças, 2006; Angelidaki & Batstone, 2011; Martinho *et al.*, 2011).

O biogás constituído por 60% a 80% de CH_4 , 20% a 40% de CO_2 e até 5% de gases residuais, como o gás sulfídrico que pode atingir 1,5% (Levy & Cabeças, 2006), pode ser convertido diretamente em energia eléctrica ou calor e ainda, a combustível (Angelidaki & Batstone, 2011).

O digerido depois de seco, compostado, estabilizado e afinado pode ser utilizado no solo como fertilizante agrícola (Levy & Cabeças, 2006; Angelidaki & Batstone, 2011).

As principais etapas da digestão anaeróbia são a hidrólise, acidogénese, acetogénese e metanogénese (Angelidaki & Batstone, 2011; Martinho *et al.*, 2011), conforme o processo de decomposição que se representa no esquema da Figura 3.17.

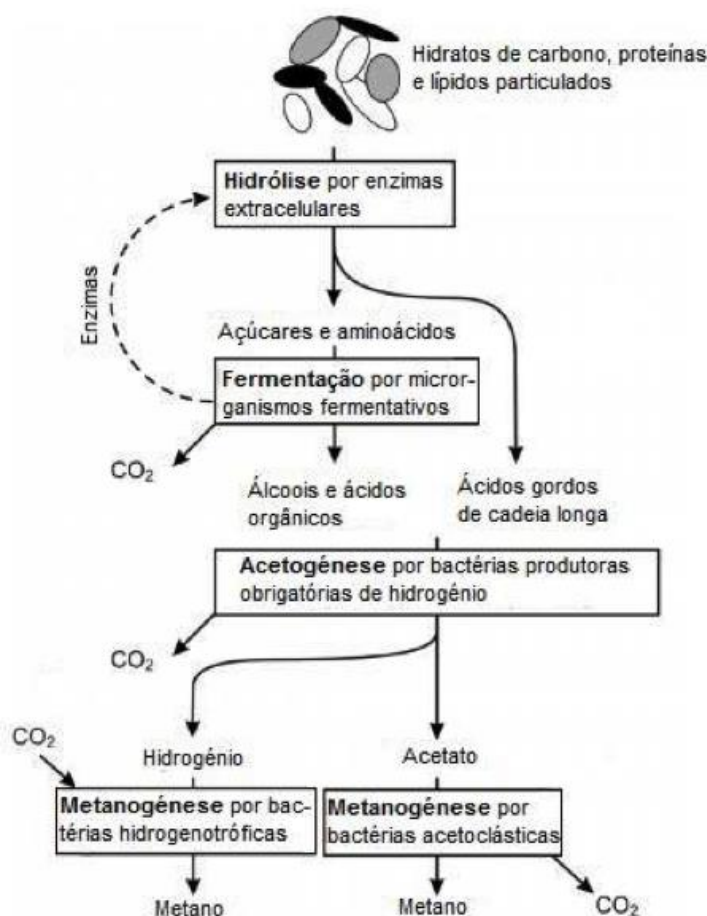


Figura 3.17. Processo de digestão anaeróbia (adaptado de Angelidaki & Batstone, 2011)

Fatores que afetam a DA

A eficiência do processo de DA é condicionada por fatores como nutrientes, substâncias tóxicas, xenobióticos e temperatura (Mata-Alvarez, 2003).

Nutrientes - De modo a assegurar a eficiência e estabilidade operacional da degradação anaeróbia é necessário cumprir requisitos nutricionais, quer sejam substâncias orgânicas quer sejam inorgânicas. Isto deve-se ao facto de os microrganismos responsáveis pela degradação anaeróbia necessitarem de nutrientes como carbono, azoto e fósforo, e micronutrientes como enxofre, vitaminas e minerais (Mata-Alvarez, 2003).

Os micronutrientes em pequenas quantidades são capazes de estimular o crescimento. Em contrapartida, caso as quantidades sejam elevadas, podem funcionar inibidores (Mata-Alvarez, 2003; Angelidaki & Batstone, 2011). A relação Carbono/Azoto é um parâmetro importante, já que é através deste rácio que se consegue confirmar a falta ou não de nutrientes (Levy & Cabeças, 2006).

Substâncias tóxicas (Mata-Alvarez, 2003) - Os microrganismos responsáveis pela degradação anaeróbia, especialmente as bactérias metanogénicas, são sensíveis a determinadas substâncias que podem inibir a sua atividade. Estas substâncias tóxicas e inibidoras são, normalmente, Ácidos Orgânicos Voláteis (AOV), pH, amoníaco na forma livre e sulfureto de hidrogénio (H_2S).

A toxicidade para uma bactéria, não depende apenas da concentração da substância tóxica, mas também, de fatores ambientais como o pH e a temperatura. Facto que leva a que seja difícil encontrar um valor limite de concentração das substâncias. Por exemplo, o pH e a alcalinidade são parâmetros que influenciam o efeito tóxico dos AOV.

Xenobióticos - Os xenobióticos são compostos químicos (e.g. solventes, pesticidas), normalmente libertados em consequência de atividades humanas, que podem em certas concentrações, constituir um problema à DA de alguns fluxos, nomeadamente, inibir as bactérias metanogénicas. No entanto, a fração orgânica dos resíduos recolhida seletivamente, tipicamente não apresenta este tipo de toxicidade (Mata-Alvarez, 2003).

Temperatura - A temperatura é um fator que influencia as reações do processo de digestão anaeróbia, principalmente na fase da metanogénese. Esta influência é evidenciada na Figura 3.18, onde são representadas as gamas de temperatura a que a DA opera e as correspondentes temperaturas ótimas. Assim sendo, as temperaturas em que a DA é bem sucedida são aos 35°C que pertence à fase mesofílica e aos 55°C referente à fase termofílica (Mata-Alvarez, 2003).

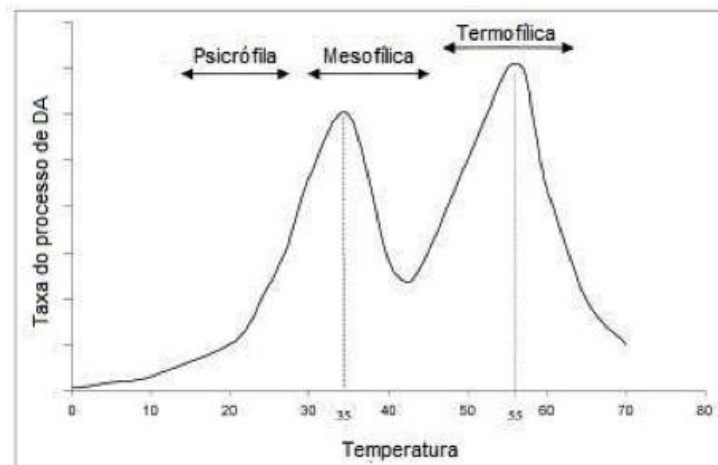


Figura 3.18. Influência da temperatura no processo de digestão anaeróbia (adaptado de Mata-Alvarez, 2003)

Tecnologias de Digestão Anaeróbia

As tecnologias de DA podem ser distinguidas em função de diferentes características do processo, tais como (Martinho *et al.*, 2011):

- Percentagem de sólidos totais – via seca ou via húmida;
- Temperatura – mesofílica ou termofílica;

E ainda,

- Número de fases – Uma fase ou duas fases;
- Regime hidráulico – processo contínuo ou descontínuo (*batch*).

Via seca/Via húmida - O processo da DA é designado por via seca, quando a percentagem de sólidos totais no digestor é superior a 15%. Por conseguinte, para valores inferiores, é designado por via húmida. Os processos por via seca são os mais abundantes na Europa (De Baere & Mattheews, 2012).

Digestão Mesofílica/Termofílica - Tipicamente, a temperatura de digestão para digestores mesófilos varia entre 35°C a 40°C, enquanto para digestores termófilos o intervalo de temperaturas é entre 50°C a 55°C. Atualmente, a digestão mesófila é a mais comum (De Baere & Mattheews, 2012).

Uma fase/duas fases - O processo da DA pode ocorrer numa única fase ou então duas fases, apesar desta última ser a menos implementada.

Quando se trata de uma fase, significa que a digestão processa-se em apenas um reator e portanto, todo o processo ocorre no mesmo reator. Quando se tratam de duas fases, existem dois reatores. O primeiro reator é onde ocorre a etapa da hidrólise e acidogénese e posteriormente, no segundo reator ocorre a etapa da metanogénese (Vandevivere *et al.*, 2003; Jansen, 2011; De Baere & Mattheews, 2012).

Processo contínuo/descontínuo - Os processos são distinguidos como contínuos ou descontínuos de acordo com o modo de alimentação do reator (Martinho *et al.*, 2011).

Quando se trata de um processo contínuo, o digestor está continuamente a ser alimentando com matéria orgânica, ao mesmo tempo que sai tratada do digestor. Assim, o volume dentro do digestor mantém-se e as reações de degradação ocorrem em simultâneo, o que permite uma produção de biogás contínua (Cabeças, sebenta académica).

Um processo descontínuo é caracterizado pela alimentação total da matéria orgânica no reator, permanecendo no mesmo até completar a degradação. Consequentemente, as fases do processo de degradação anaeróbia ocorrem sequencialmente e portanto, a obtenção de biogás é de forma descontínua (Cabeças, sebenta académica).

Por último apresentam-se na Tabela 3.5 algumas das tecnologias presentes no mercado, distribuídas em função método associado à digestão anaeróbia.

Tabela 3.5. Tecnologias de DA (adaptado de Vandevivere *et al.*, 2003)

	Tecnologia
Via Seca	BRV
	Dranco
	Kompogas
	Valorga
Via Húmida	Biostab
	BTA
	KCA
	Waasa

4. Caso de estudo – RESINORTE SA

4.1. A empresa

A RESINORTE – Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos, S.A. é uma sociedade que foi constituída a 20 de Outubro de 2009, através do Decreto-Lei nº 235/2009, resultante da fusão das sociedades REBAT – Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos do Baixo Tâmega, S.A., RESAT – Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos, S.A., e RESIDOURO – Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos, S.A., e ainda, da integração das Associações de Municípios do Vale do Ave e do Vale do Douro Norte como acionistas da empresa.

Esta sociedade era exclusivamente de capitais públicos pertencente ao grupo EGF SA, que entretanto foi privatizado no dia 28 de julho de 2015. A RESINORTE representa cerca de 9 % da área geográfica de Portugal Continental (Figura 4.1).

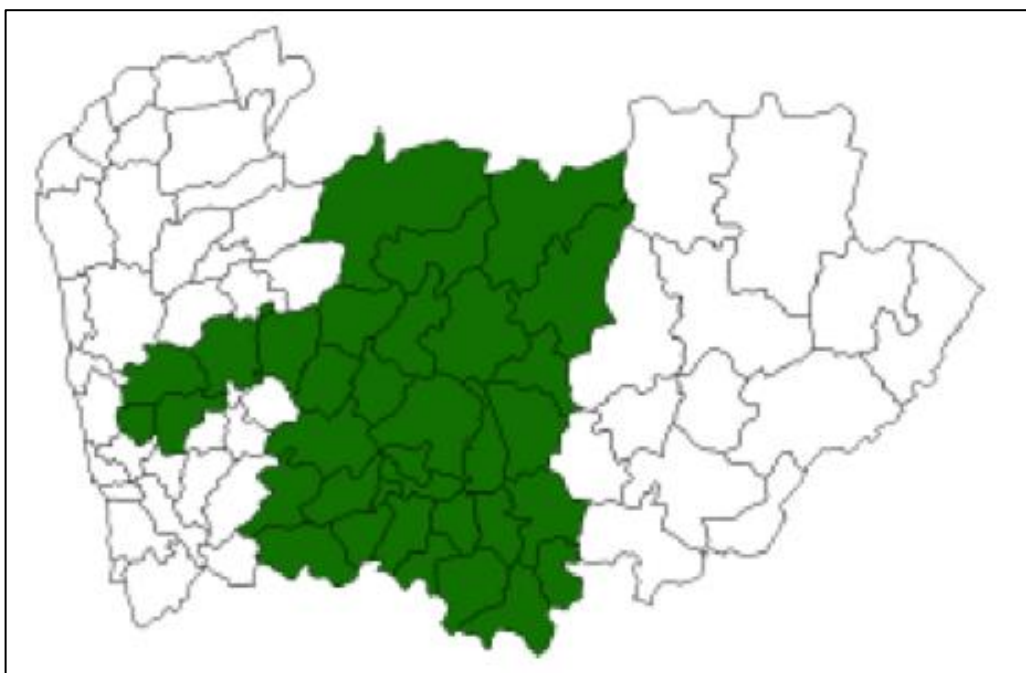


Figura 4.1. Distribuição geográfica da RESINORTE no norte de Portugal Continental (adaptado de APA, 2014)

É responsável pela gestão de triagem, recolha, valorização e tratamento de resíduos sólidos urbanos do Norte Central, da qual fazem parte 35 municípios: Alijó, Amarante, Armamar, Baião, Boticas, Cabeceiras de Basto, Celorico de Basto, Chaves, Cinfães, Fafe, Guimarães, Lamego, Marco de Canaveses, Mesão Frio, Moimenta da Beira, Mondim de Basto, Montalegre, Murça, Penedono, Peso da Régua, Resende, Ribeira de Pena, Sabrosa, Santa Marta de Penaguião, Santo Tirso, São João da Pesqueira, Sernancelhe, Tabuaço, Tarouca, Trofa, Valpaços, Vila Nova de Famalicão, Vila Pouca de Aguiar, Vila Real e Vizela. (RESINORTE, 2015a).

Os vários municípios são abrangidos por diferentes unidades de produção (Figura 4.2), que recebem e tratam cerca de 350 mil toneladas de resíduos por ano.



Figura 4.2. Unidades de produção e respetivos municípios abrangidos (adaptado de RESINORTE, 2015a)

Existem quatro unidades de produção, nomeadamente em Boticas, Celorico de Basto, Lamego e Riba d'Ave.

Esta empresa oferece soluções completas e integradas através das suas infraestruturas (Figura 4.3):

- 4000 ecopontos;
- 17 ecocentros (Aldão e São João da Ponte em Guimarães, Baião, Cabeceiras de Basto, Chaves, Cinfães, Esmeriz e Riba d'Ave em Vila Nova de Famalicão, Fafe, Lamego, Moimenta da Beira, Montalegre, Santo Tirso, São João da Pesqueira, Trofa, Vila Real, Vizela);
- 8 estações de transferência (Baião, Cabeceiras de Basto, Cinfães, Chaves, Fafe, Moimenta da Beira, Montalegre, São João da Pesqueira);
- 4 estações de triagem (Boticas, Celorico de Basto, Lamego, Riba d'Ave);
- 1 TMB (Riba d'Ave);
- 1 Unidade de Tratamento Mecânico (Celorico de Basto);
- 6 aterros sanitários (Boticas, Celorico de Basto, Guimarães (desativado), Lamego, Santo Tirso, Vila Real);

- 3 unidades de tratamento de lixiviados (Boticas, Celorico de Basto, Lamego);
- 5 unidades de produção de energia elétrica (Boticas, Celorico de Basto, Lamego, Santo Tirso, Vila Real).



Figura 4.3. Modelo técnico de intervenção da RESINORTE (RESINORTE, 2015b)

Em 2014, a RESINORTE serviu cerca de 947 916 habitantes, que produziram um total de 342 190 toneladas de resíduos, o que corresponde a uma captação de 0,99 kg/hab.dia. Do total produzido, 309 870 toneladas correspondem a resíduos indiferenciados e as restantes 32 320 toneladas a resíduos de recolha seletiva (RESINORTE, 2015c).

Da quantidade de resíduos indiferenciados que entraram, 106 990 toneladas tiveram destino direto em TMB, que deram origem a (RESINORTE, 2015c):

- 4 662 toneladas de composto;
- 3 579 toneladas de valorizáveis.

Em termos de valorização energética, esta traduziu-se em 5.204.616 MWh de energia produzida e injetada na REN (RESINORTE, 2015c).

4.2. Caracterização dos resíduos urbanos

Dispondo-se da última caracterização física dos RU que a RESINORTE SA realizou (efetuada no ano de 2013, em conformidade com as exigências da Portaria n.º 851/2009), toda a abordagem que se efetua na presente dissertação toma como base comparativa os valores obtidos naquela caracterização física dos resíduos urbanos.

Neste contexto, a primeira ação desenvolvida foi efetuar, em cada uma das instalações que dispõem os equipamentos em estudo, uma caracterização física dos resíduos urbanos ali

recebidos de modo a aferir se os valores obtidos se equiparavam ou não, aos resultados da caracterização dos RU do universo da RESINORTE (realizada em 2013) conseguida com apoio em muito mais amostras para a sua determinação. Assim realizaram-se duas campanhas de amostragem em cada uma das instalações, sendo que a primeira foi efetuada no período de março (inverno) e a segunda durante junho e julho (verão).

Nas Figura 4.4 e Figura 4.5, reproduzem-se os resultados das campanhas efetuadas aos resíduos indiferenciados, constatando-se que os valores obtidos não diferem de forma significativa da composição física realizada para o universo de intervenção da RESINORTE em 2013. Com efeito observa-se uma dominância da fração bio-resíduos em ambas as campanhas.

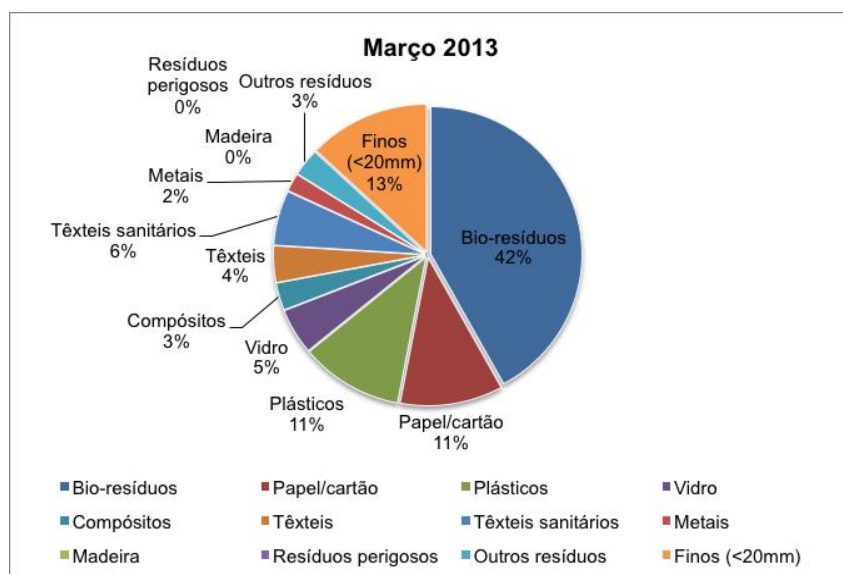


Figura 4.4. Caraterização física média dos RU recolhidos indiferenciadamente na RESINORTE, 1ª Campanha (adaptado de RESINORTE, 2013a)

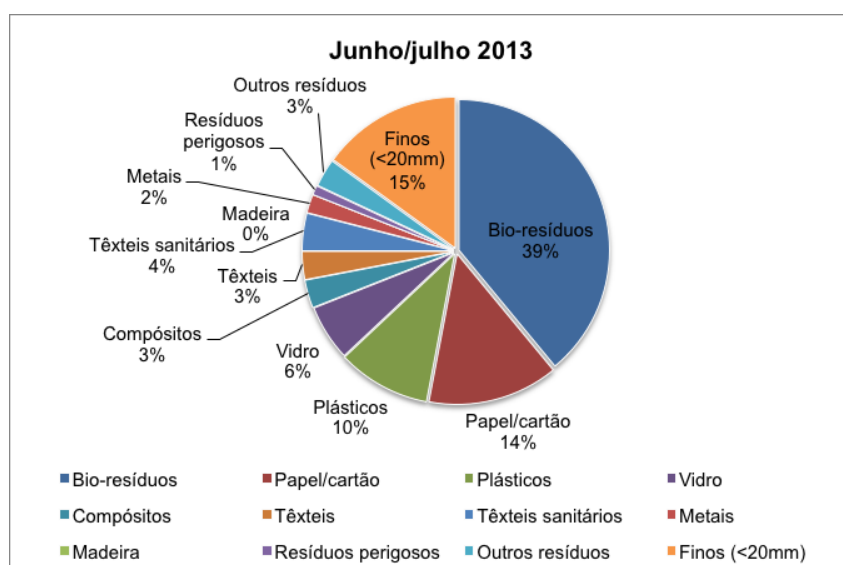


Figura 4.5. Caraterização física média dos RU recolhidos indiferenciadamente na RESINORTE, 2ª Campanha (adaptado de RESINORTE, 2013b)

Podem-se comparar os valores encontrados com os valores globais da caracterização efetuada em 2013 pois na Figura 4.6 apresenta-se a caracterização física final dos RU resultante da agregação de ambas as campanhas realizadas.

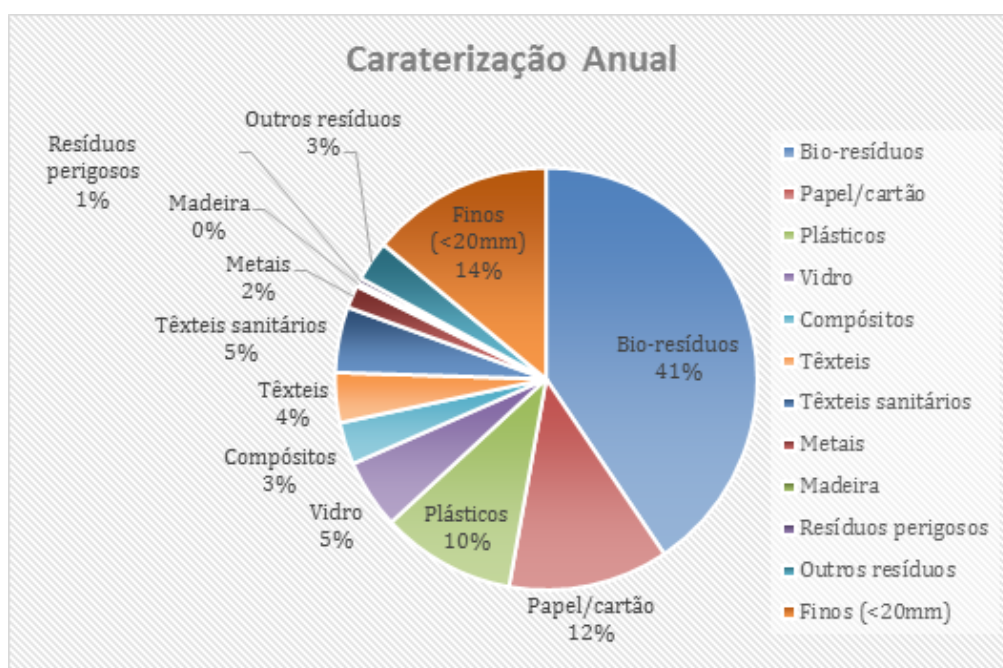


Figura 4.6. Caraterização física média anual dos RU recolhidos indiferenciadamente na RESINORTE (adaptado de RESINORTE, 2013c)

4.3. Metas intercalares no âmbito do PERSU 2020

Na Tabela 4.1 observam-se as metas intercalares, estabelecidas pelo GAG à RESINORTE, no período 2016-2020, bem como o ponto de situação atual (2014).

Tabela 4.1. Metas intercalares definidas para a RESINORTE (Despacho 3350/2015) e situação atual

Designação da meta	2014	Meta intercalar				
		2016	2017	2018	2019	2020
Preparação para a reutilização e reciclagem (% RU recicláveis)	37	31	31	32	47	59
Deposição de RUB em aterro (% RUB produzidos)	61	68	67	66	53	42
Retomas com origem em recolha seletiva (kg/hab.ano)	30	32	33	35	39	41

Relativamente à meta “Preparação para a Reutilização e Reciclagem” verifica-se que em 2014, a percentagem de RU recicláveis já ultrapassa a meta intercalar estabelecida para 2016, 2017 e 2018, o que é um ponto positivo.

Ainda assim, as metas intercalares para 2019 e 2020 são mais ambiciosas pelo que são necessários esforços para se conseguir atingir o pretendido.

As restantes duas metas ainda estão aquém das metas intercalares, especialmente a de “Deposição de RUB em Aterro”, pelo que as medidas de intervenção para as metas em questão são prioritárias.

4.4. Unidade de Produção de Riba d’Ave (UPRA)

A UPRA, com cerca de 25 ha e localizada em Riba d’Ave, Vila Nova de Famalicão, abrange apenas seis municípios dos 35 englobados na RESINORTE, correspondendo a uma área geográfica de 896 km² (RESINORTE, 2015b). No entanto, apesar do reduzido número, estes municípios representam, aproximadamente, metade de toda a população servida pela RESINORTE SA.

Na Figura 4.7 estão representadas todas as infraestruturas desta unidade.



Figura 4.7. Distribuição das infraestruturas pela área geográfica da UPRA (adaptado de RESINORTE, 2015a)

Nesta unidade de produção é efetuado o tratamento mecânico automático dos resíduos provenientes da recolha seletiva (estação de triagem automática) e o tratamento mecânico e biológico dos resíduos indiferenciados. O composto produzido no TMB é comercializado e assume a designação de “FERTIBOM”.

4.4.1. Descrição da unidade de Tratamento Mecânico e Biológico

O sistema de TMB da RESINORTE, descrito em seguida, foi objeto de reformulação em 2011 e está dimensionado para tratar cerca de 600 toneladas de resíduos/dia, correspondendo a um total de 180.000 toneladas de resíduos/ano.

O diagrama de fluxo detalha o processo de reciclagem de RSU, começando com a coleta e recepção em RN10. Os resíduos passam por uma descarga (RN12-01) e são triados em vidro (RN11) e volumosos (RN12-02). O material volumoso é encaminhado para a operação do aterro (RN13). O vidro e o restante dos resíduos são processados em crivos (Crivo 1 e 2). O material que passa pelo Crivo 1 (diâmetro maior que 200 mm) é encaminhado para a triagem e processamento de valorizáveis (RN11). O material que passa pelo Crivo 2 (diâmetro menor que 80 mm) é encaminhado para o separador magnético 1. O material que não passa pelo Crivo 2 (diâmetro maior que 80 mm) é encaminhado para o separador magnético 2. O material que passa pelo separador magnético 1 (diâmetro maior que 80 mm) é encaminhado para o separador óptico ETMB04. O material que não passa pelo separador magnético 1 (diâmetro menor que 80 mm) é encaminhado para o separador óptico ETMB03. O material que passa pelo separador óptico ETMB04 (Planos) é encaminhado para a prensa de filme. O material que não passa pelo separador óptico ETMB04 (Rolantes) é encaminhado para o separador magnético 2. O material que passa pelo separador óptico ETMB03 (PET/PEAD Mistos/ECAL Alumínio) é encaminhado para a triagem por fiação (RN11). O material que não passa pelo separador óptico ETMB03 (Folhas Estruturantes) é encaminhado para a prensa de metais (RN15). O material que passa pela prensa de metais é encaminhado para o encaminhamento de produtos (RN15). O material que não passa pela prensa de metais (Metais) é encaminhado para o encaminhamento de produtos (RN15). O material que passa pela prensa de filme (Folhas Estruturantes) é encaminhado para o encaminhamento de produtos (RN15). O material que não passa pela prensa de filme (Folhas Estruturantes) é encaminhado para o encaminhamento de produtos (RN15).

```

graph LR
    RN12a([RN12a]) --> BRS[BRS 1, 2 ou 3]
    BRS --> AP[Afinação Primária]
    AP --> D1{ }
    D1 -- "Diâmetro menor que 25 mm" --> RN12-04[RN12-04 Maturação]
    D1 -- "Diâmetro maior que 25 mm" --> RN12-02([RN12-02 Encaminhamento de rejeitado/refugo])
    RN12-04 --> RN12-05[RN12-05 Afinação Secundária]
    RN12-05 --> D2{ }
    D2 -- "Restante" --> RN12-06[RN12-06 Armazenamento de composto]
    D2 -- "Rejeitado" --> RN12-02
    RN12-06 --> D3{ }
    D3 -- "Composto para ensacamento" --> RN12-07[RN12-07 Ensacamento]
    D3 -- "Composto a granel" --> RN15([RN15 Encaminhamento de Produtos])
  
```

49

Posteriormente a esta descarga, inicia-se, então, o tratamento mecânico. Os resíduos são retirados das fossas, sequencialmente, através de uma garra (Figura 4.10), capaz de levantar aproximadamente duas toneladas, que os transfere para uma tremonha.



Figura 4.10. Garra (foto - Carla Gomes)

Os resíduos seguem num tapete transportador que se encontra a posteriori da tremonha e passam por uma triagem manual de volumosos, onde o objetivo é remover materiais que possam causar danos nos equipamentos a jusante, nomeadamente, entupimentos.

Destacam-se assim, têxteis, sucatas de grandes dimensões, eletrodomésticos, entre outros, que são encaminhados para aterro. De seguida, os resíduos que continuam no tapete são encaminhados para um *trommel* com malha de 200 mm (Figura 4.11), onde são separadas duas frações.

A fração de resíduos com dimensão superior a 200mm segue por um tapete que passa por uma triagem manual, onde se retiram os resíduos passíveis de valorização como filme plástico e papel/cartão. Os não valorizáveis resultantes são rejeitados com destino a aterro.



Figura 4.11. *Trommel* com malha de 200 mm (foto - Carla Gomes)

A fração inferior a 200 mm segue também por um outro tapete, passando por uma triagem manual de vidro. O restante material segue para um *terminator* (tritador).

Após a redução de tamanho, os resíduos, por meio de um tapete, seguem para um *trommel* com malha de 80 mm (Figura 4.12), onde são separadas, novamente duas frações diferentes. Desde o início do processo até este equipamento, a linha é duplicada.



Figura 4.12. *Trommel* com malha de 80 mm (foto - Carla Gomes)

Os resíduos com dimensões superiores a 80 mm seguem para um separador balístico, no qual são separadas três frações: planos, rolantes e finos.

Os finos são considerados refugo. Os planos e os rolantes são encaminhados para dois separadores óticos, um de planos e outro de rolantes, sendo que os rolantes ainda passam por um separador magnético (eletroímã) antes do separador ótico (Figura 4.13).

Através do eletroímã são removidos os ferrosos, que são encaminhados diretamente para uma prensa de metais.



Figura 4.13. Separador ótico (foto - Carla Gomes)

O separador ótico de planos tem como função separar os resíduos em refugo, filme e Ecal. O filme sofre ainda uma triagem negativa, na qual são retirados os refugos sendo em seguida prensado.

O separador ótico de rolantes separa os polímeros, como PET, PEAD, plásticos mistos, entre outros, dos não polímeros, considerados como refugo. Estes polímeros são encaminhados, por um tapete, para a unidade de triagem automática.

Os finos do balístico e os refugos obtidos dos separadores óticos e da triagem negativa de filme, são encaminhados e misturaram-se com a fração inferior a 80 mm, por forma a servir de estruturante no processo de fermentação forçada.

Os resíduos com dimensões inferiores a 80 mm passam, por meio de um tapete, por um eletroímã (Figura 4.14), que retira metais para valorização.

Após isto, os resíduos são encaminhados para um outro tapete, mas reversível, capaz de alimentar as três tremonhas existentes, que por sua vez, são responsáveis por alimentarem os três biorreatores (Figura 4.15).



Figura 4.14. Separador magnético (foto - Carla Gomes)



Figura 4.15. Biorreatores (foto - Carla Gomes)

Após a entrada nos biorreatores com capacidade de 120 ton/dia cada, ocorre o tratamento biológico. Os resíduos provenientes do tratamento mecânico são dilacerados, devido aos movimentos de cada biorreator.

Nestes equipamentos ocorre uma fermentação forçada onde são controlados parâmetros como o oxigénio e a humidade, e a temperatura pode atingir os 70°C. Em três dias obtém-se composto e refugo.

Depois deste processo, segue-se uma afinação primária. O composto e refugo são encaminhados para um crivo (*trommel*) de malha de 25 mm, por intermédio de um tapete. O refugo retirado é transportado para aterro sanitário e o composto passa para a zona de maturação. Desde os biorreatores até os crivos a linha é triplicada. A zona de maturação consiste num hall onde é colocado o composto para atingir a sua estabilização. Aqui, cada pilha de composto é formada por uma pá carregadora (Figura 4.16), também responsável pelo revolvimento de cada pilha, que ocorre uma vez por semana, de modo a permitir o arejamento pretendido do composto. Ao ser revolvida, a pilha é mudada de sítio, pelo que fica um espaço vazio para outra, o que implica que cada pilha se desloque ao longo de todo o hall.



Figura 4.16. Formação da pilha pela pá carregadora (foto - Carla Gomes)

O hall tem um comprimento suficientemente longo para que cada pilha permaneça seis semanas no mesmo, o tempo necessário para atingir a maturação que se deseja. Ainda, no pavimento estão colocadas grelhas com o objetivo de complementarem o revolvimento, no que diz respeito ao arejamento do composto. Completa a maturação, é efetuada uma afinação secundária (Figura 4.17), a última etapa do tratamento. O composto, agora maturado, é transportado para um crivo com malha de 15 mm, sendo, em seguida, encaminhado para duas mesas densimétricas com o objetivo de separar as partículas mais pesadas das mais finas.



Figura 4.17. Afinação secundária

Posto isto, o composto é encaminhado para o pavilhão de armazenagem, um parque coberto numa laje com dimensão de 5 325 m², onde fica guardado até ser comercializado, quer a granel quer a ensacado, cumprindo sempre as formalidades técnicas e legais para uso agrícola. Para uma ensacagem mais eficaz foram adquiridas uma nova máquina de ensacagem, uma máquina de paletização do composto e sobre selagem automática do composto.

4.4.2. Descrição da estação de Triagem Automática

Na UPRA, a separação dos resíduos provenientes da recolha seletiva (ecopontos, porta-a-porta e ecocentros), nomeadamente, papel/cartão e embalagens de plástico e metal, é efetuada numa estação de triagem automática. A triagem do papel/cartão é efetuada por triagem negativa, onde é retirado o cartão. A separação de plásticos e metais é realizada através de triagem automática, cuja linha de tratamento é visível na Figura 4.18.

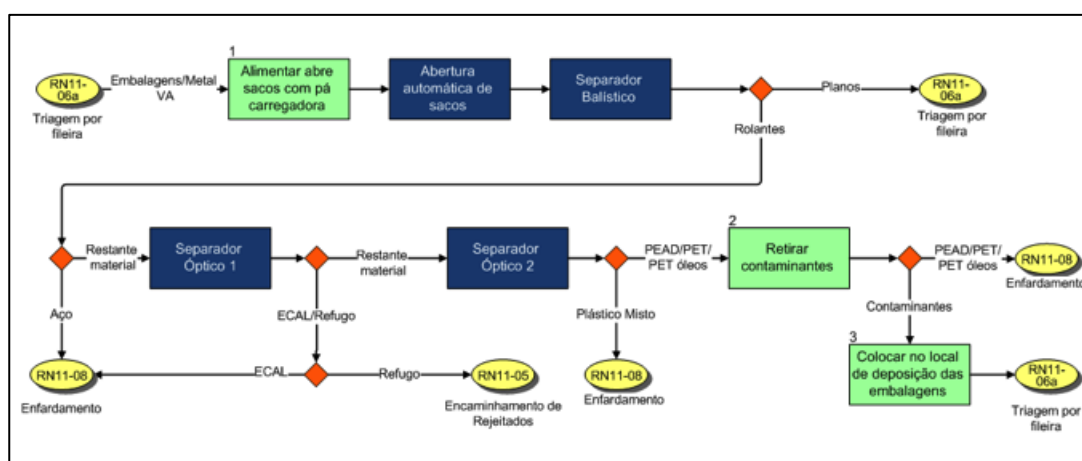


Figura 4.18. Etapas do tratamento na unidade automática de separação

Tal como no tratamento de resíduos indiferenciados, os veículos de recolha são pesados numa báscula e depois descarregam os resíduos no silo de embalagens.

Os rolantes provenientes do TMB, também são descarregados, mas por intermédio de um tapete transportador, como demonstrado na Figura 4.19.



Figura 4.19. Descarga de rolantes provenientes do TMB (foto - Carla Gomes)

Os resíduos da recolha seletiva não se misturam com os da indiferenciada (proveniente do TMB) e o tratamento de cada fração é feito de forma intercalar. Apesar de não se misturarem, os resíduos passam pelas mesmas etapas de tratamento, como a seguir descritas.

Inicialmente os resíduos são encaminhados, por um empilhador, para o início da linha de tratamento. Com recurso a um tapete transportador, o material passa por um abre sacos, onde se libertam os resíduos dos sacos. Posteriormente, os resíduos são transportados, novamente por um tapete, para um separador balístico que separa os resíduos em três frações: rolantes, planos e finos.

Os planos (filme e plásticos mistos) são encaminhados por um tapete que passa por um sistema de aspiração que retém o filme e o envia para uma boxe (local onde os materiais são armazenados depois de separados). Os plásticos mistos que permanecem no tapete são separados manualmente para a respetiva boxe.

Os resíduos rolantes, por sua vez, são encaminhados para um tapete que passa logo no início por um eletroímã, atraindo os ferrosos. Os restantes resíduos passam por dois separadores óticos que separam os rolantes de acordo com as suas características: PET, PEAD, ECAL e MISTOS. O primeiro separador ótico (Figura 4.20) retira o ECAL e o segundo plásticos mistos.



Figura 4.20. Separador ótico

Os materiais que não se encaixam nestas características, são encaminhados para a mesa de triagem onde é realizada a triagem manual. Nesta, os funcionários procedem à separação manual dos materiais por diferentes tipos, selecionando apenas os que podem seguir para reciclagem. O restante é considerado refugo e é encaminhado para um contentor de refugo.

Todos os materiais triados, passíveis de reciclagem, são enfardados e os refugos são encaminhados para aterro sanitário.

4.5. Unidade de Produção de Celorico de Basto (UPCB)

A UPCB, sede da empresa RESINORTE, é responsável pela gestão de resíduos de seis municípios: Amarante, Baião, Cabeceiras de Basto, Celorico de Basto, Marco de Canaveses e Mondim de Basto. Estes correspondem a uma área de abrangência de 1 273 km² e a cerca de 172 226 habitantes (RESINORTE, 2015b).

Esta unidade de produção localizada na freguesia de Codessoso, em Celorico de Basto, que ocupa cerca de 27 ha, apresenta as seguintes infraestruturas (RESINORTE, 2015b):

- Aterro sanitário de Vila Real, com unidade de aproveitamento de biogás;
- Aterro sanitário de Celorico de Basto, com unidade de aproveitamento energético;
- Unidade de Tratamento de Lixiviados em Celorico de Basto;
- Estação de triagem manual em Celorico de Basto;
- 3 Ecocentros (Baião, Cabeceiras de Basto e Vila Real);
- 2 Estações de transferência (Baião e Cabeceiras de Basto);
- Unidade de Tratamento Mecânico em Celorico de Basto.

4.5.1. Descrição da unidade de Tratamento Mecânico

O tratamento mecânico existente na UPCB tem como objetivo a separação de resíduos com fração superior a 80 mm da fração remanescente e o respectivo destino final diferenciado.

A linha de tratamento, representada na Figura 4.21 e a seguir descrita, foi idealizada para tratar 25 toneladas de resíduos por hora e funciona, após otimização da linha, desde 2014.

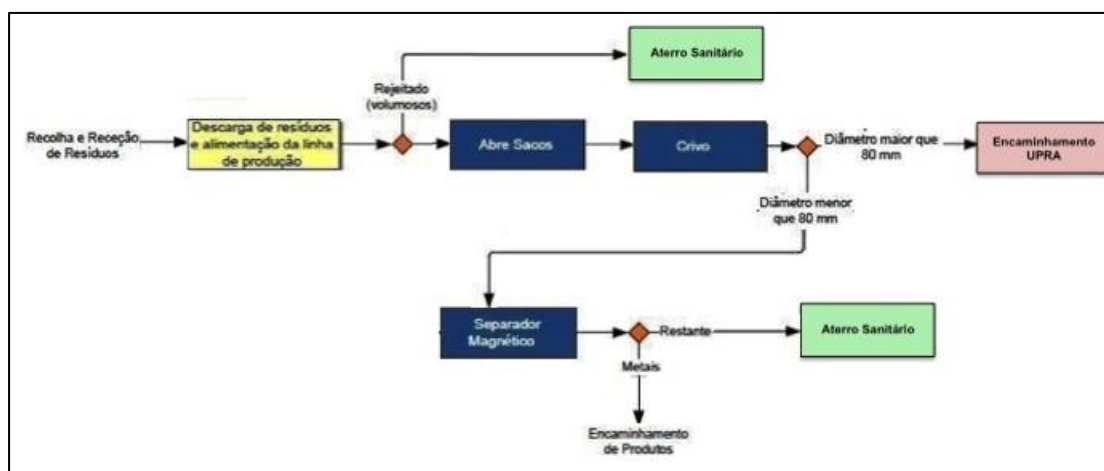


Figura 4.21. Etapas do TM da UPCB

Tal como na UPRA, inicialmente procede-se à pesagem das viaturas de recolha de RU numa báscula e de seguida, as mesmas descarregam os resíduos por basculamento numa fossa.

Após esta recepção de resíduos, ocorre então a alimentação da linha, por intermédio de uma ponte com um balde de garras.

Este balde de garras (Figura 4.22) que levanta aproximadamente duas toneladas e transfere os resíduos para um tapete metálico que os encaminha para um abre sacos.



Figura 4.22. Balde de Garra (foto - Carla Gomes)

Previamente ao abre sacos existe uma pré triagem, ou seja, há uma cabine com dois postos de trabalho onde ocorre a recolha manual de volumosos, como pequenos eletrodomésticos, peças plásticas, madeira, vidro, entre outros, pois são materiais suscetíveis de criarem problemas a jusante, nomeadamente no abre sacos e no CDD.

Os volumosos são descarregados para um contentor aberto por intermédio de tubos de queda, para posterior deposição em aterro. Também é realizada a triagem manual do vidro, que é encaminhado para um contentor específico.

O material não separado segue para o abre sacos (Figura 4.23) responsável pelo rompimento de sacos com resíduos e por dosear a quantidade de material enviada para o crivo. Assim, os sacos abrem e os resíduos caem num tapete transportador que alimenta o CDD.



Figura 4.23. Abre sacos (foto - Carla Gomes)

É no CDD (Figura 4.24) que ocorre a separação da fração < 80 mm, da fração > 80 mm. A fração < 80 mm, composta essencialmente por matéria orgânica, passa através dos discos do crivo e cai num tapete colocado sob o mesmo.



Figura 4.24. Crivo de discos dinâmicos (foto - Carla Gomes)

De seguida, este tapete descarrega os resíduos num outro tapete, que encaminha os resíduos para a zona exterior do pavilhão.

Antes de chegar ao exterior, o material é sujeito a uma separação magnética, por um eletroímã, onde são retirados os metais ferrosos. Estes são direcionados para um contentor, para posterior encaminhamento para reciclagem.

O restante material que continua é, então, encaminhado para um tapete transportador doseador reversível e pivotante (Figura 4.25), que se encontra no exterior do pavilhão e descarrega o material num contentor e de forma uniforme. Daqui a matéria orgânica é descarregada em aterro, sendo este o seu destino final.



Figura 4.25. Descarga da fração < 80 mm (foto - Carla Gomes)

Relativamente à fração > 80 mm, caracterizada por todo o material remanescente, esta é projetada para a parte frontal do crivo, pelo movimento dos discos, e cai num tapete que encaminha os resíduos para um outro tapete transportador que, por sua vez, descarrega o material num tapete transportador reversível responsável pelo carregamento de semi-reboques.

Quando o semi-reboque atinge o seu limite é atrelado a um camião que transporta os resíduos para a UPRA.

Na UPRA, estes resíduos são introduzidos na TMB passando pelas mesmas fases que os resíduos indiferenciados tratados em Riba d'Ave. Isto acontece, porque é a opção mais viável.

A empresa estudou a possibilidade destes resíduos passarem na linha apenas após o *trommel* com malha de 200mm. Para isso o crivo tinha que ser soldado de modo a retirar uma das suas chapas, com o objetivo de os resíduos passarem pelo equipamento sem sofrer qualquer tratamento.

No entanto, os resultados do tratamento juntamente com o processo de soldadura evidenciaram que era mais eficiente se os resíduos se processassem normalmente na instalação TMB.

Considerando que a presente dissertação tem como objetivo a comparação entre dois crivos distintos, o *trommel* e o CDD, apresentam-se em seguida as características de cada um dos equipamentos em análise.

4.6. Trommel

O crivo granulométrico diferenciado utilizado para o estudo, foi um dos existentes na UPRA. Como esta unidade de produção possui crivos com malhas diferentes, foi considerado um *trommel* com malha de 80 mm, de modo a ser comparável com o CDD, que possui malha semelhante.

O crivo selecionado é capaz de separar apenas duas frações diferentes, a maior e a menor que 80 mm, uma vez que as chapas que formam o crivo possuem orifícios com a mesma dimensão e forma.

As chapas estão fixas ao tambor, o componente principal do equipamento, que apresenta uma inclinação de 4°. Dentro do tambor existem ainda puas (facas) com forma de estrela, com o objetivo de abrir os sacos e portanto obter os resíduos.

Na Figura 4.26 é possível perceber como o *trommel* é constituído (Masias, 2010).

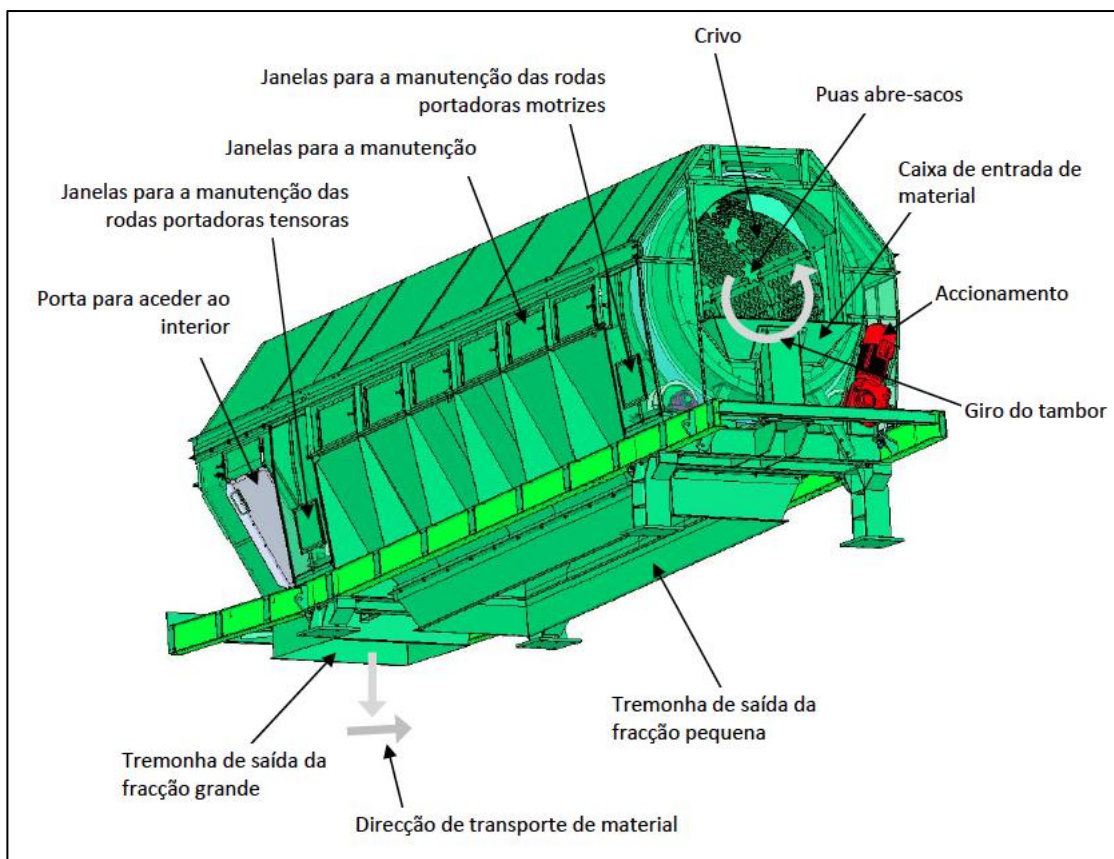


Figura 4.26. Constituição do *trommel* (adaptado de Masias, 2010)

Os resíduos entram pela parte mais alta do *trommel* e deslocam-se para a parte mais baixa, devido ao movimento rotativo e à força de gravidade. Enquanto percorrem o crivo, os resíduos são separados, pelo que os de menores dimensões caem pelos furos do crivo e são conduzidos para uma tremonha inferior. Os resíduos que chegam ao final do percurso são descarregados por uma tremonha de saída. Esta última tremonha está equipada com uma porta, que é acionada por um sistema de cabos e permite ter acesso ao interior do equipamento.

Na parte final do *trommel* existe uma janela de metacrilato que, com a ajuda de um foco existente no interior, permite ver o funcionamento da máquina. Como se vê pela Figura 4.26 existem mais janelas, mas para efeitos de manutenção. Estas encontram-se equipadas com um sistema mecânico (barra transversal que atravessa todas as janelas e só pode ser acionado manualmente), por forma a proteger de uma abertura accidental.

Relativamente às principais características dimensionais, o *trommel* apresenta as seguintes:

- Diâmetro do tambor: 2 500 mm
- Comprimento total do *trommel*: 10 000 mm
- Comprimento do crivo: 8 000 mm
- Malha do crivo: 80 mm
- Potência de um motor: 15 kW

- Potência total (1 motor): 15 kW
- Inclinação do *trommel*: fixa 4°

A velocidade de rotação deste equipamento pode variar entre 9 a 15 rpm (nominal 12 rpm). Este parâmetro é fundamental pois promove um maior ou menor movimento de rotação do crivo, provocando uma maior ou menor eficiência na abertura dos sacos (com a ajuda das facas ou estrelas) e a respetiva separação granulométrica dos resíduos em conformidade com a abertura dos orifícios da chapa do tambor pretendida.

Em funcionamento, o nível de ruído máximo produzido por este equipamento é de 85 dB(A).

Na Figura 4.27 apresentam-se várias imagens do *trommel* sob diferentes perspetivas.

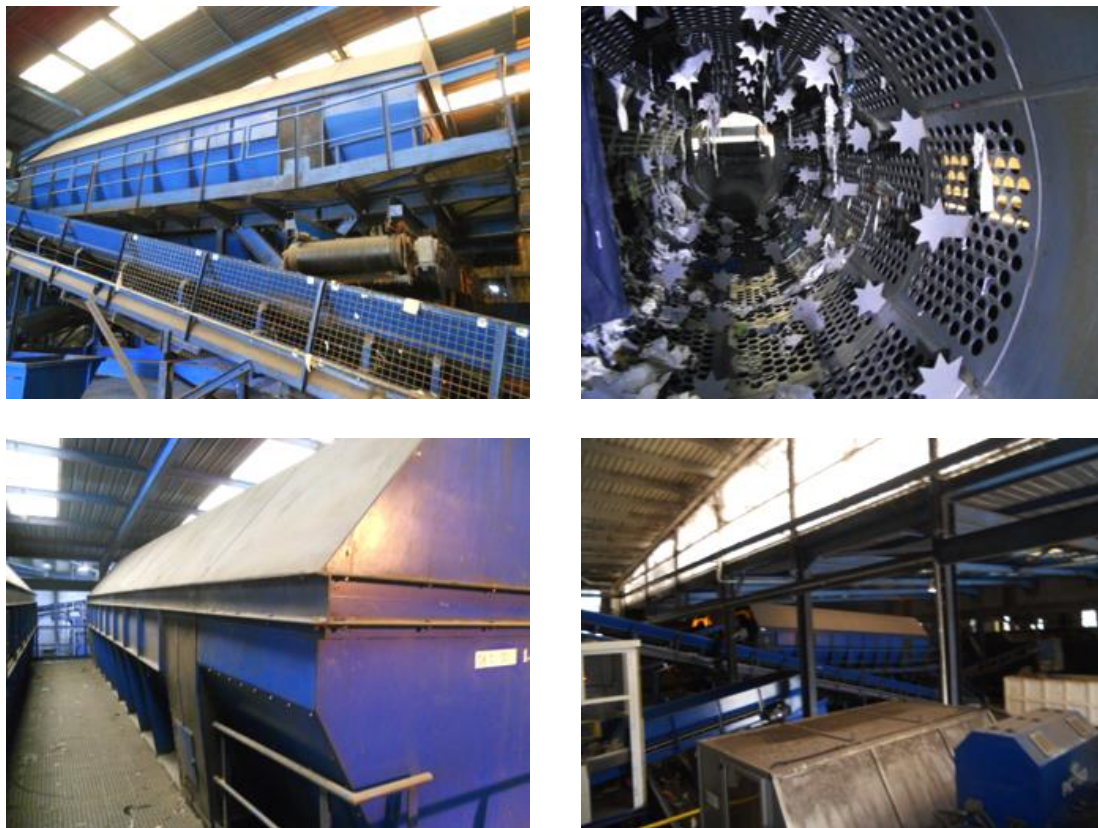


Figura 4.27. *Trommel* em análise (fotos - Carla Gomes)

4.7. Crivo de discos dinâmicos

O CDD é um tipo de crivo de discos que apresenta um sistema de anti-travamento e permite a separação de resíduos urbanos e industriais, madeira e agregados não em pó.

Este é constituído por discos de aço com forma hexagonal acoplados a eixos que permitem o movimento rotativo dos discos, por intermédio de motores elétricos (moto-redutores).

Os eixos são fixos a uma base, também de aço. O crivo é alimentado pela parte anterior, por intermédio de um tapete transportador.

Dada a forma dos discos e o movimento rotacional dos mesmos, os resíduos adquirem um comportamento saltitante em cima dos discos, promovendo a separação dos resíduos.

A fração inferior cai pelas aberturas, causadas pelas distâncias entre os discos, sob um tapete transportador, e a fração superior prossegue até à parte final do CDD.

Nas Figura 4.28 e Figura 4.29 é apresentado o fluxo de material no CDD.



Figura 4.28. CDD (adaptado de catálogo Ecostar)

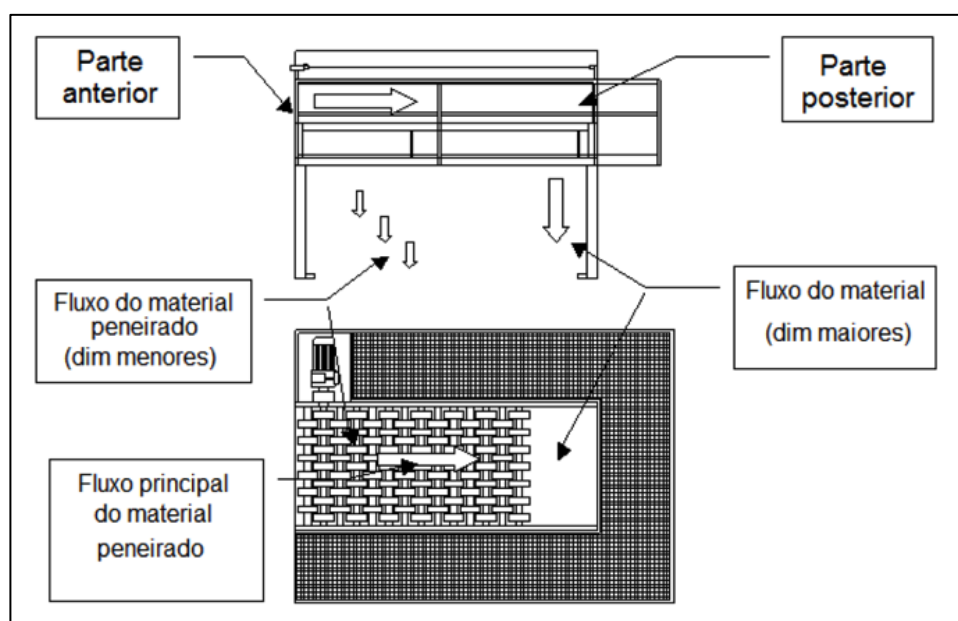


Figura 4.29. Fluxo do material no CDD (adaptado de Ecostar, 2011)

O CDD possui um cárter de cobertura, que serve de proteção, para que os resíduos não saltem fora do equipamento. Caso esta cobertura seja aberta com o CDD em funcionamento, automaticamente toda a linha entra em paragem.

Tal como caraterístico dos crivos de discos, o CDD apresenta auto-limpeza. Esta procede-se pelo movimento rotacional dos discos, no sentido contrário ao de funcionamento normal.

As principais características dimensionais do CDD presente na UPCB, que apresenta duas malhas diferentes: 50 mm e 80 mm, são:

- Dimensão das crivagens: 50 mm (1 metro) x 80 mm (4 metros)
- Dimensão do crivo: 5000 x 1600 mm
- Área da crivagem: 8 m²
- Potência de um motor: 7,5 kW
- Potência total (2 motores): 15 kW
- Dimensões gerais: 5150x2250x1800 mm

Como possui duas malhas diferentes, os discos para cada malha são também de diferentes tamanhos, sendo que os de menor malha apresentam menor dimensão. Este facto implica também a existência de dois motores porque é necessário um motor para cada conjunto de eixos com discos diferentes.

A velocidade de rotação deste equipamento pode variar entre 0 a 150 rpm, sendo que este está regulado a 50 % velocidade, ou seja, para 75 rpm.

Em funcionamento, o nível de ruído produzido é menor que 75 dB(A).

Na Figura 4.30 apresentam-se imagens do CDD sob diferentes perspetivas.



Figura 4.30. CDD em análise (fotos - Carla Gomes)

5. Metodologia dos Trabalhos

5.1. Determinação das amostras de resíduos

Considerando que se pretende efetuar a caracterização física resultante da desagregação dos RU indiferenciados conseguida na triagem mecânica realizada no crivo da TMB de Riba d'Ave e, no CDD a funcionar na TM de Codessoso, foi adotada a metodologia de caracterização em conformidade com a Portaria n.º 851/2009 atualmente em vigor, para efetuar o processo de amostragem.

Em cada instalação foram realizadas duas campanhas de caracterização física de RU, em dois períodos de tempo distintos: um no Outono-Inverno e outro na Primavera-Verão.

Para cada período foram definidos os seguintes meses:

- 1º Período: mês de maio e início de junho;
- 2º Período: mês de julho.

Para cada campanha de caracterização, foram estabelecidas cinco amostras, considerando o facto de só se pretender a caracterização da fração indiferenciada.

Dada a importância de adotar um processo de amostragem que permitisse a aleatoriedade dos circuitos de recolha efetuados, optou-se que a amostra fosse constituída a partir das viaturas de recolha de RU.

Assim, foi elaborada uma listagem das viaturas de recolha indiferenciada, com a sequência das chegadas a cada unidade de produção, durante quatro semanas completas, a fim de obter o padrão semanal.

A listagem de viaturas englobou a seguinte informação:

- Dia da semana;
- Data;
- Hora de entrada;
- Proveniência;
- Matrícula.
- Instalação de destino.

As viaturas foram numeradas de 1 a N, diariamente, segundo o horário de chegada a cada unidade de produção, o que permitiu obter o padrão semanal.

Nas Figura 5.1 e Figura 5.2, ilustra-se a evolução das chegadas à UPRA e à UPCB, respetivamente e o padrão semanal resultante.

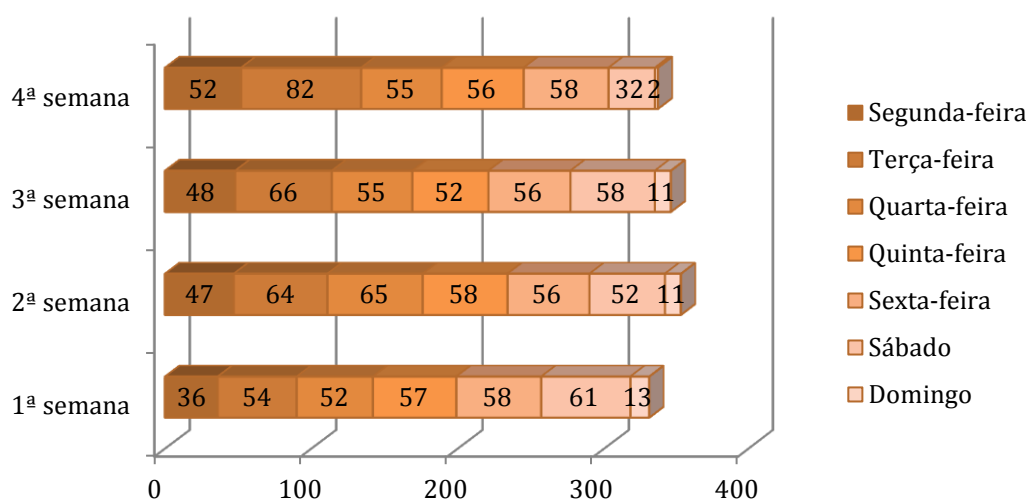


Figura 5.1. Número de descargas de RU indiferenciados na UPR

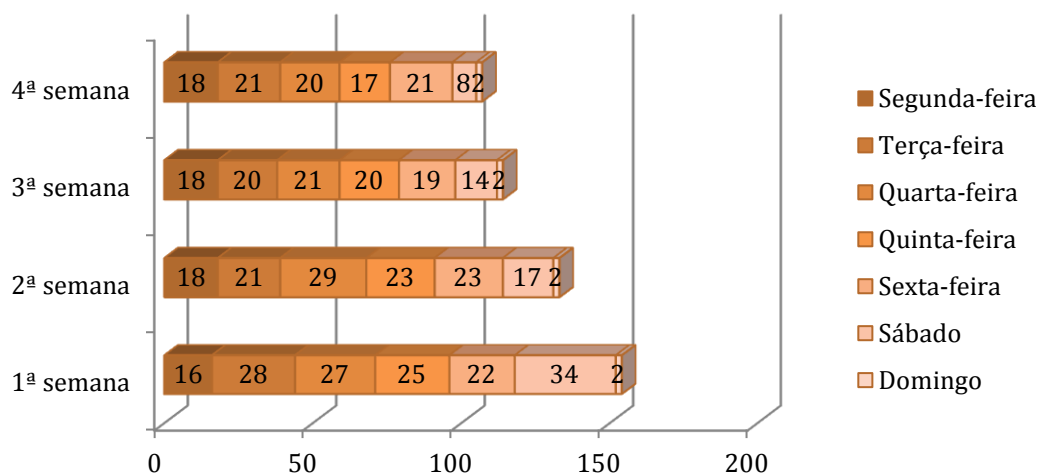


Figura 5.2. Número de descargas de RU indiferenciados na UPCB

Com o padrão obtido, utilizou-se a função “*randbetween*” do programa “Microsoft Excel 2010” que cria séries de números aleatórios, e portanto, permitiu selecionar as viaturas com os resíduos a caraterizar.

Considerando que são cinco amostras por campanha, as viaturas foram selecionadas de segunda a sexta-feira. As datas para a realização da caraterização de cada amostra foram definidas de acordo com a disponibilidade das unidades de produção.

As viaturas sujeitas a amostragem são as registadas no Anexo A.

Após a seleção das viaturas, iniciou-se a parte prática da caraterização física dos RU. Em cada amostra caraterizada, efetuou-se o preenchimento do boletim de análise apresentado no Anexo B.

Cada viatura de recolha selecionada, após o processo normal de pesagem, foi desviada para o local onde ocorria o processo de recolha e preparação de amostra e procedia ao vazamento dos resíduos.

Após a descarga, aplicou-se o método do quarteio previsto na Portaria n.º 851/2009 para obtenção da amostra de 350 kg a triar, pelo que se seguiram os passos abaixo mencionados:

- Mistura dos resíduos com pá carregadora, efetuando diversos revolvimentos, de modo a obter uma mistura homogénea (Figura 5.3);

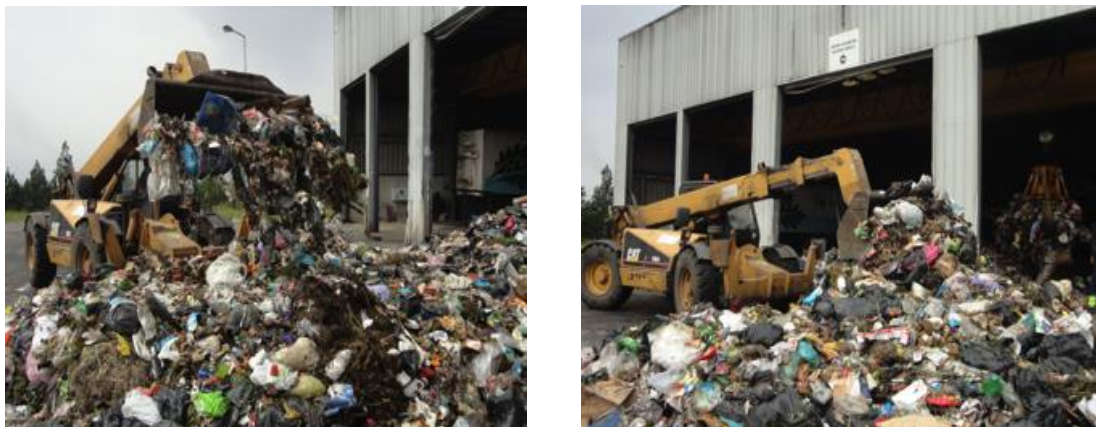


Figura 5.3. Mistura dos resíduos com pá carregadora (fotos - Carla Gomes)

- Espalhamento dos resíduos para formarem um disco grosseiro com uma altura até cerca de 50 cm (Figura 5.4);



Figura 5.4. Disco grosseiro de resíduos (foto - Carla Gomes)

- Divisão do disco em quatro partes idênticas, rejeitando-se dois quartos opostos (Figura 5.5, Figura 5.6 e Figura 5.7);

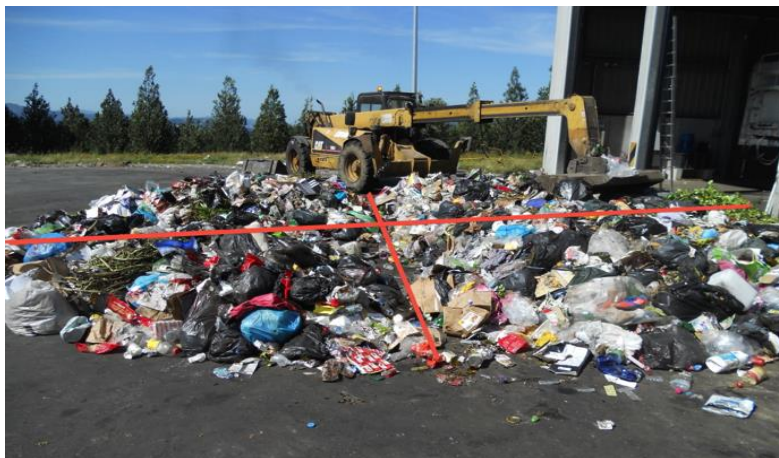


Figura 5.5. Divisão do disco em quatro partes (foto - Carla Gomes)



Figura 5.6. Remoção dos quartos rejeitados (foto - Carla Gomes)



Figura 5.7. Quartos selecionados (foto - Carla Gomes)

- Mistura dos quartos restantes (Figura 5.8);



Figura 5.8. Mistura dos quartos selecionados (foto - Carla Gomes)

- Repetição da sequência dos passos anteriores até se atingir o peso pretendido da amostra.

Constituída a amostra de cerca de 350 kg, procedeu-se à determinação do peso específico da mesma.

Para isso, foram realizadas três pesagens com subamostras da amostra global, em contentores de volume e tara conhecidos (Figura 5.9), para posterior média aritmética e obtenção do peso específico global.



Figura 5.9. Contentor para determinação do peso específico (foto - Carla Gomes)

Em seguida, introduziu-se a amostra na linha de tratamento, composta por uma cabine de volumosos, um abre sacos e um crivo, nomeadamente o *trommel* em Riba d'Ave e o CDD em Codessoso, ambos com malha de 80 mm.

5.2. Metodologia adotada - Separação dos resíduos a amostrar

A metodologia adotada para a concretização dos trabalhos em causa segue, em ambos os casos, na UPRA e na UPCB, o princípio que se apresenta no esquema da Figura 5.10.

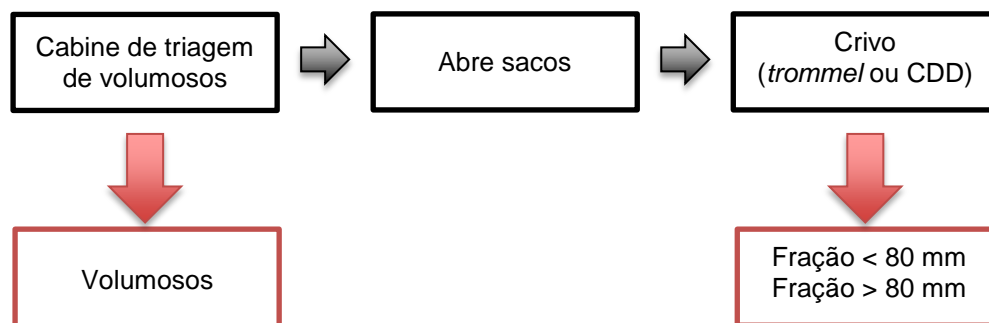


Figura 5.10. Linha de processo adotada

Com efeito, o processo de separação dos resíduos a amostrar tem na primeira etapa da linha a retirada dos volumosos, seguindo-se a abertura de sacos para, em seguida, o fluxo de resíduos que se obtém ser separado em duas frações distintas através do *trommel* ou do CDD.

5.3. Processo de tratamento mecânico na UPRA

Em conformidade com a metodologia adotada, é apresentada na Figura 5.11 um esquema com fotos do processo de tratamento realizado na UPRA, com a seguinte ordem:

- Tapete de alimentação;
- Cabine de volumosos;
- Abre sacos;
- *Trommel*;
- Recolha da fração > 80 mm;
- Recolha da fração < 80 mm.



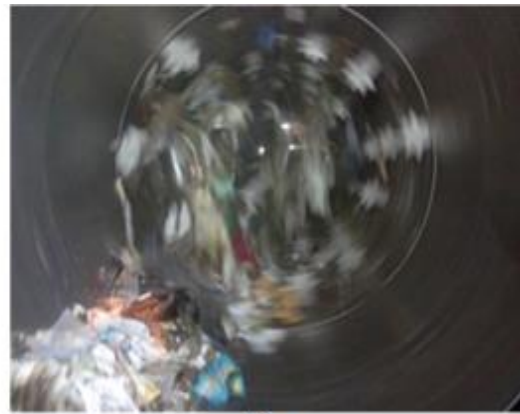
(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 5.11. Esquema do processo realizado na UPRA: (a) tapete de alimentação, (b) cabine de triagem de volumosos, (c) saída abre sacos, (d) *trommel*, (e) recolha da fração > 80 mm, (f) recolha da fração < 80mm (fotos - Carla Gomes)

5.4. Processo de tratamento mecânico na UPCB

Relativamente ao processo de tratamento na UPCB, de acordo com a metodologia adotada, este apresenta-se como na Figura 5.12 onde, tal como no processo de tratamento anterior, se exhibe um esquema com fotos pela a mesma ordem anterior, ou seja:

- Tapete de alimentação; Cabine de volumosos; Abre sacos; CDD;
- Recolha da fração > 80 mm;
- Recolha da fração < 80 mm



(a)



(b)



Figura 5.12. Esquema do processo realizado na UPCB: (a) tapete de alimentação, (b) cabine de triagem de volumosos, (c) abre sacos (fotos – Carla Gomes), (d) CDD (foto – Eng.º Octávio Silva), (e) recolha da fração > 80 mm, (f) recolha da fração < 80 mm (fotos - Carla Gomes)

5.5. Realização dos trabalhos de triagem dos resíduos separados

No final do processo de tratamento realizado em cada instalação, obtiveram-se três fluxos de resíduos diferentes: os volumosos, os resíduos com dimensões > 80 mm e os resíduos com dimensões < 80 mm. Com estes três fluxos de peso conhecido, procedeu-se à triagem dos resíduos, consoante a grelha de análise definida na Tabela 5.1.

Tabela 5.1. Grelha de análise de RU

Fração > 80 mm	Fração < 80 mm	Volumosos
<i>Categoria</i>	<i>Categoria</i>	<i>Categoria</i>
Bio-resíduos	Plásticos	Bio-resíduos
Papel/Cartão	Vidro	Papel/Cartão
Plásticos	Compósitos	Plásticos
Vidro	Metais	Vidro
Compósitos	Finos (< 20 mm)	Compósitos
Têxteis	> 20 mm	Têxteis
Têxteis sanitários		Têxteis sanitários
Metais		Metais
Madeira		Madeira
Resíduos Perigosos		Resíduos Perigosos
Outros resíduos		Outros resíduos
< 80 mm		

Os trabalhos de triagem foram realizados por uma equipa constituída por:

- Um chefe de equipa e Carla Gomes;
- Quatro caraterizadores.

Para a triagem das amostras foram necessários os seguintes materiais:

- Mesa com crivo (peneiro) com malha de 80 mm (Figura 5.13);
- Mesa com crivo (peneiro) com malha de 20 mm (Figura 5.13);
- Contentores de 50 litros de capacidade;
- Balança electrónica (resolução 50 gr) (Figura 5.14);
- Pás, íman.



(a)



(b)

Figura 5.13. Peneiros: (a) malha de 80 mm, (b) malha de 20 mm (fotos - Carla Gomes)



(a)



(b)

Figura 5.14. Balanças utilizadas na: (a) UPRA, (b) UPGB (fotos - Carla Gomes)

Relativamente à triagem da fração > 80 mm, realizou-se com o auxílio do peneiro de malha de 80 mm. Este peneiro possui uns orifícios redondos com tamanho de 80 mm, para que os resíduos com dimensões inferiores a 80 mm atravessem as aberturas.

Isto porque, a fração de resíduos < 80 mm que cai sob o peneiro permite determinar a eficiência de separação de cada crivo, já que esta não se deveria encontrar na fração > 80 mm. Após separação do material, colocado em contentores devidamente identificados e com tara conhecida, procedeu-se à pesagem dos mesmos, bem como ao registo destes valores nos boletins de análise.

Na Figura 5.15 encontram-se fotos que acompanham o processo anterior descrito.



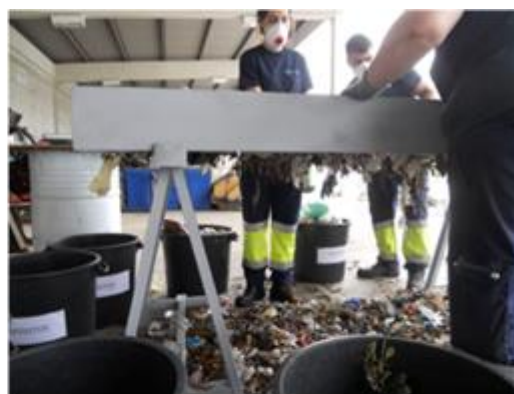
(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 5.15. Triagem da fração > 80 mm: (a) peneiro e contentores para acumulação de resíduos, (b) e (c) triagem manual dos resíduos, (d) resíduos que passam pelos orifícios do peneiro, (e) pesagem dos contentores, (f) anotação da pesagem (fotos - Eng.º Octávio Silva)

Em seguida, realizou-se a triagem da fração < 80 mm, no peneiro de malha de 20 mm, cujos orifícios também redondos, possuem menor tamanho, apenas 20 mm (Figura 5.16).

Nesta fração apenas se separaram os resíduos passíveis de valorização, como plásticos, compósitos (ECAL), metais e vidro. Ao remexer os resíduos, os finos (< 20 mm) caíam pelas aberturas e o restante material que permanecia no peneiro foi categorizado como > 20 mm.

Este processo além de permitir identificar os materiais valorizáveis, também possibilitou a quantificação de finos presente na amostra.

Tal como no processo anterior, todos os resíduos separados foram colocados em contentores devidamente identificados com tara conhecida, assim como se efetuou a pesagem dos mesmos e registo dos valores no boletim de análise.



(a)



(b)



(c)

Figura 5.16. Triagem da fração < 80 mm: (a) triagem manual (foto - Eng.^a Joana Teixeira), (b) resíduos que passam pelos orifícios do peneiro (foto - Carla Gomes), (c) triagem manual (foto - Eng.^o Octávio Silva)

Por último, procedeu-se à triagem dos volumosos (Figura 5.17), também no peneiro de 20 mm, mas apenas por questão de logística, uma vez que se tratam de materiais de maior

volume, e portanto, tamanho superior a 20 mm ou 80 mm. O registo das pesagens dos materiais triados, também se efetuou no boletim de análise.

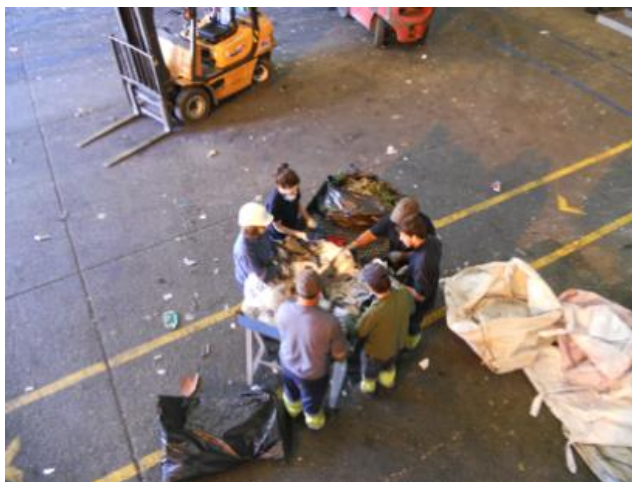


Figura 5.17. Triagem de volumosos (foto - operário Alfredo da UPRA)

Toda a parte prática acima descrita foi realizada para cada amostra realizada em cada campanha de caracterização. Durante todo o processo de amostragem e triagem manual foram tomadas todas as medidas necessárias para garantir a saúde, higiene e segurança na execução dos trabalhos, pelo que todos os operadores e chefe de equipa usaram EPI adequados, tais como, roupa específica, máscaras, luvas impermeáveis resistentes e botas de biqueira de aço. É importante referir que o local de trabalho encontrou-se sempre munido de equipamento de segurança como, estojo de primeiros socorros, líquido desinfetante, extintor de incêndios.

5.6. Tratamento de dados

O tratamento dos dados obtidos durante as caracterizações efetuadas em ambas as instalações da RESINORTE e devidamente anotados nos boletins de análise, foi realizado no programa “*Microsoft Excel*”. Salienta-se que a quantidade de resíduos obtidos após a passagem na linha de processo, seja na UPRA seja na UPCB, e a quantidade de resíduos à entrada, devido a perdas que acontecem em regra ao longo da linha de processo, nem sempre são coincidentes. Um exemplo destas perdas, é o facto de a matéria orgânica por vezes aderir aos tapetes de transporte. Assim, tendo em conta o erro percentual a que as perdas dão origem, foi necessário proceder à correção dos valores dos fluxos de saída através da média ponderada. Após o ajuste dos valores relativos ao peso, determinou-se a composição física da amostra total.

A soma dos valores de pesagem obtidos relativos às categorias da triagem manual dos fluxos originados após tratamento mecânico, também não é idêntica ao peso total dos mesmos. Isto acontece devido a perdas de material e de humidade durante o processo de triagem, pelo que procedeu-se, tal como nos fluxos anteriores, ao cálculo do acerto do peso de cada categoria de resíduos, através da média ponderada de acordo com o erro percentual

a que as perdas deram origem. Calculados os acertos, procedeu-se à determinação da composição física de cada fluxo de resíduos originado, ou seja, às frações > 80 mm, < 80 mm e volumosos. Em termos globais, determinou-se a composição física de cada campanha, resultante da média aritmética das pesagens relativas a cada fluxo e a cada categoria das amostras realizadas. A percentagem em peso média da fração < 80 mm, permitiu determinar a eficiência de separação de cada crivo, uma vez que esta determina a quantidade percentual de resíduos que não deveriam estar na fração > 80 mm.

Posto isto, procedeu-se à adição dos valores das pesagens de cada amostra de forma a obter o peso total de cada categoria, de acordo com a grelha de análise baseada na Portaria n.º 851/2009 (Tabela 5.2).

Tabela 5.2. Grelha de análise para caracterização dos RU baseada na Portaria n.º 851/2009

<i>Categoria principal</i>	<i>Subcategoria</i>
<i>Bio-resíduos</i>	<i>Resíduos alimentares</i>
	<i>Resíduos de jardim</i>
	<i>Outros resíduos putrescíveis</i>
<i>Papel/Cartão</i>	<i>Resíduos de embalagens de papel/cartão</i>
	<i>Jornais e Revistas</i>
	<i>Outros resíduos de papel/cartão</i>
<i>Plásticos</i>	<i>Resíduos de embalagens em filme de PE</i>
	<i>Resíduos de embalagens rígidas em PET</i>
	<i>Resíduos de embalagens rígidas em PEAD</i>
	<i>Resíduos de embalagens rígidas em EPS</i>
	<i>Outros resíduos de embalagens de plástico</i>
	<i>Outros resíduos de plástico</i>
<i>Vidro</i>	<i>Resíduos de embalagens de vidro</i>
	<i>Outros resíduos de vidro</i>
<i>Compósitos</i>	<i>Resíduos de embalagens de cartão para alimentos líquidos (ECAL)</i>
	<i>Outros resíduos de embalagens compósitas</i>
	<i>Pequenos aparelhos electrodomésticos</i>
	<i>Outros resíduos compósitos</i>
<i>Têxteis</i>	<i>Resíduos de embalagens têxteis</i>
	<i>Outros resíduos têxteis</i>
<i>Têxteis sanitários</i>	
<i>Metais</i>	<i>Resíduos de embalagens ferrosas</i>
	<i>Resíduos de embalagens não ferrosas</i>
	<i>Outros resíduos ferrosos</i>
	<i>Outros resíduos metálicos</i>
<i>Madeira</i>	<i>Resíduos de embalagens de madeira</i>
	<i>Outros resíduos de madeira</i>
<i>Resíduos Perigosos</i>	<i>Produtos químicos</i>
	<i>Tubos fluorescentes e lâmpadas de baixo consumo</i>
	<i>Pilhas e acumuladores</i>
	<i>Outros resíduos perigosos</i>
<i>Outros Resíduos</i>	<i>Outros resíduos de embalagens</i>
	<i>Outros resíduos não embalagem</i>
<i>Finos (<20 mm)</i>	

Esta adição é conseguida pela soma dos valores de pesagem das categorias em comum nas diferentes frações, originando um valor final. As categorias < 80 mm e > 20 mm foram definidas exclusivamente para este trabalho, pelo que foi estabelecido que os pesos destas deveriam ser distribuídos pelas categorias remanescentes.

Assim considerou-se, de acordo com as observações durante as várias triagens efetuadas, cerca de 50% do peso da categoria < 80 mm e cerca de 70% da categoria > 20 mm como sendo bio-resíduos, e o peso restante foi distribuído pelas outras categorias de acordo com a caracterização de RU indiferenciados de 2013.

Após a adição, calculou-se a composição física dos resíduos, resultante da média aritmética das amostras efetuadas, dando origem à caracterização física dos resíduos indiferenciados. Para isso foram calculados os seguintes parâmetros estatísticos, com base no peso em kg, para cada categoria de resíduos, em cada campanha e para o resultado total:

- Mínimo;
- Máximo;
- Média;
- Mediana;
- Desvio padrão;
- Coeficiente de variação da amostra;
- Coeficiente de variação da média;
- Coeficiente de confiança;
- Intervalo de confiança;
- Intervalo de confiança relativo (%);
- Erro (%);
- Composição (%).

Os resultados são expressos na base do peso húmido (com humidade e contaminantes) e com um nível de confiança de 95%.

Por fim, efetuou-se o cálculo do peso específico através da média de três pesagens realizadas para cada amostra. Com este parâmetro determinado em cada amostra procedeu-se à determinação do peso específico médio do conjunto de todas as amostras.

5.7. Comprimento do CDD. Eficiência de separação das frações

Para a análise da eficiência operacional do CDD, procedeu-se ao estudo da influência do comprimento do CDD na eficácia de separação das frações maior e menor que 80 mm.

Para isso, realizou-se uma experiência que permitisse determinar a eficiência de separação no crivo em análise, caso este tivesse o dobro do comprimento, ou então dois CDD em série, perfazendo as duas situações 10 metros.

Esta experiência consistiu na passagem de uma amostra de 350 kg pela mesma linha de tratamento do processo anterior, característica da UPCB, e posterior passagem na mesma linha, com a exceção da remoção de volumosos, das frações > e < 80 mm obtidas na passagem anterior.

A amostra inicial de 350 kg, foi constituída da mesma forma que as amostras destinadas a caracterização física dos resíduos.

Em síntese procurou-se equiparar [a fração > 80 mm da primeira passagem dos RU + os resíduos da fração resultante da separação da fração > 80 mm da primeira passagem numa segunda passagem] para se determinar a quantidade de resíduos que seriam separados se o comprimento do CDD fosse o dobro do existente, ou seja, 10 m.

Deste modo como o *trommel* da UPRa tem esta dimensão, a comparação entre ambos fica mais ajustada.

O esquema presente na Figura 5.18, simplifica o processo acima explicado.

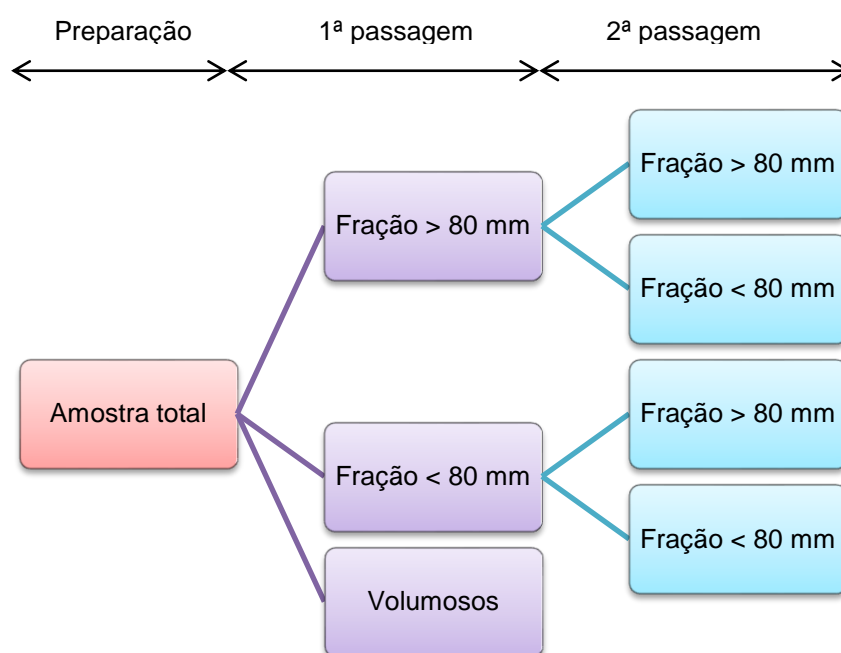


Figura 5.18. Esquema do processo adotado para análise do comprimento do CDD

Todas as pesagens efetuadas foram devidamente registadas no boletim de análise operativa (Anexo E). O tratamento destes dados foi mais simples, uma vez que se procedeu à determinação da composição da amostra total e das frações > e < 80 mm.

Além disto, para as frações > e < 80 mm resultantes na segunda passagem, determinou-se também a percentagem em peso em relação à amostra total.

6. Resultados obtidos

Tendo em conta as campanhas realizadas na UPRA e na UPCB durante os meses de maio, junho e julho, são apresentados e discutidos os resultados relativos aos fluxos obtidos após passagem na linha de tratamento idealizada para a presente dissertação, bem como os resultados da triagem manual dos mesmos fluxos relativos a cada campanha e ainda, a caracterização física para cada campanha efetuada.

Relativamente à composição física dos RU, os resultados detalhados das 20 amostras de resíduos indiferenciados realizadas durante o período das campanhas, encontram-se no Anexo C, sendo que nos capítulos 6.1 e 6.2 a composição física é analisada em termos globais.

O peso específico que foi determinado para cada amostra é visível nos mesmos boletins e ainda, em termos globais no Anexo F, uma vez que a sua determinação serviu apenas para complementação.

Os resultados relativos à influência do comprimento do CDD na eficácia do mesmo são também apresentados e discutidos neste capítulo.

Os boletins de análise operacional que permitem o estudo do comprimento do CDD encontram-se no Anexo E.

6.1. Unidade de Produção de Riba d'Ave

Neste capítulo serão apresentados e discutidos os resultados globais da composição física dos vários fluxos de resíduos obtidos, bem como das categorias dos mesmos e ainda da amostra total, resultantes da média aritmética das várias amostras, relativamente às duas campanhas de caracterização efetuadas em Riba d'Ave, cuja linha de tratamento admitida para o estudo inclui o *trommel*.

6.1.1. Primeira Campanha

A primeira campanha realizada na UPRA decorreu entre 11 de maio e 4 de junho. Para efeitos de resultados desta primeira campanha, apesar de realizada, não foi considerada a amostra 1 devido a erros ocorridos relativamente à coordenação entre a constituição da amostra e a passagem da mesma na linha de tratamento estipulada. De seguida são apresentados os resultados relativos à primeira campanha.

✓ Fluxos de resíduos originados após linha de processo

Numa primeira análise e de uma forma geral, após a passagem das amostras de resíduos indiferenciados pela linha de tratamento idealizada para o estudo desta dissertação, obtiveram-se três fluxos diferentes de resíduos com representatividades distintas, tal como verificado na Tabela 6.1 e Figura 6.1.

Tabela 6.1. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após linha de processo da UPRA

Fluxo de Resíduos	A2 (kg)	A3 (kg)	A4 (kg)	A5 (kg)	Média (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	126,84	137,50	112,53	149,53	131,60	37,55
Fração < 80 mm	194,24	217,00	204,41	180,98	199,16	56,82
Volumosos	27,60	7,50	22,71	21,14	19,74	5,63
Total	348,68	362,00	339,64	351,66	350,49	100,00

A – Amostra

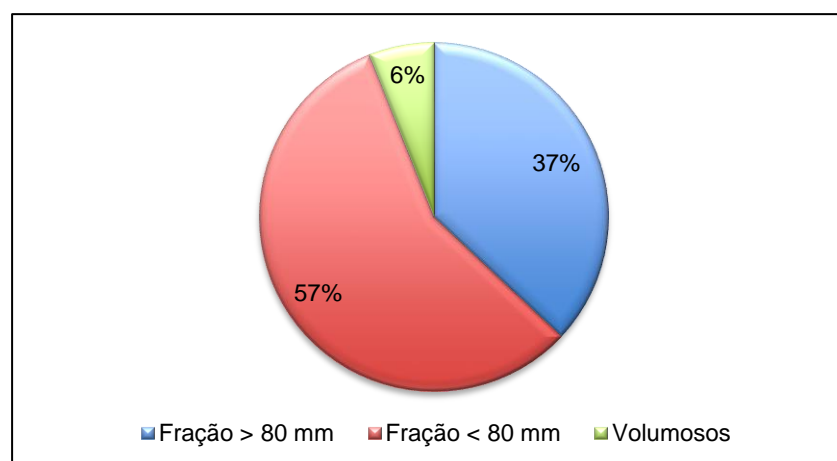


Figura 6.1. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após linha de processo da UPRA

Como expectável, a percentagem de volumosos é a menos representativa comparativamente com os fluxos restantes. Destes, a fração < 80 mm mostra-se dominante em relação à fração > 80 mm.

✓ **Fluxos de resíduos originados após *trommel***

Em análise apenas aos fluxos originados no crivo, ou seja, as frações > 80 mm e < 80 mm, considerando a quantidade de resíduos que entram no *trommel* (i.e. sem volumosos) obtiveram-se os resultados que constam nas Tabela 6.2 e Figura 6.2.

Tabela 6.2. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após passagem no *trommel*

Fluxo de Resíduos	A2 (kg)	A3 (kg)	A4 (kg)	A5 (kg)	Média (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	126,84	137,50	112,53	149,53	131,60	39,79
Fração < 80 mm	194,24	217,00	204,41	180,98	199,16	60,21
Total	321,08	354,50	316,93	330,52	330,76	100,00

A – Amostra

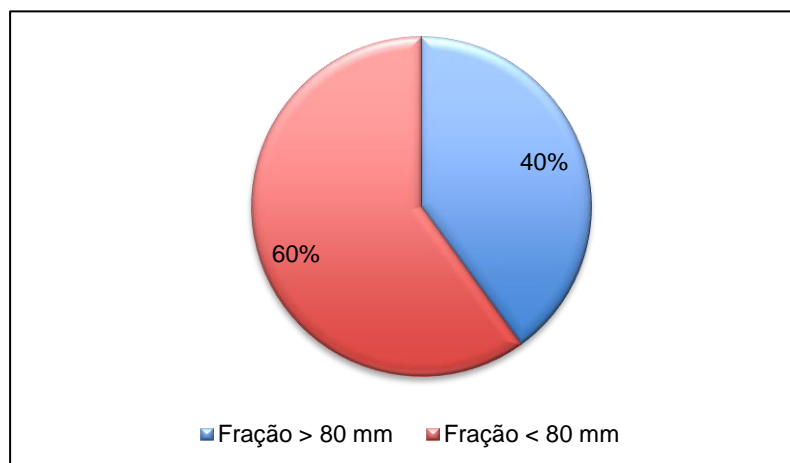


Figura 6.2. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após passagem no *trommel*

Nestas, verifica-se que cerca de 60% do material que entra no crivo apresenta dimensão inferior a 80 mm e o remanescente dimensão superior a 80 mm, o que permite considerar a presença de maior quantidade de matéria orgânica obtida.

Relativamente à análise dos três fluxos anteriormente mencionados, procedeu-se à análise primeiramente da fração > 80 mm, seguida da fração < 80 mm e volumosos, respetivamente.

✓ Fluxo da fração > 80 mm

Da triagem dos resíduos com dimensões superiores a 80 mm, que tiveram origem após a passagem pelo crivo, resultaram na composição física expressa na Tabela 6.3 e na Figura 6.3.

Tabela 6.3. Composição física média do fluxo da fração > 80 mm

Fração > 80 mm						
<i>Categoria</i>	<i>A2 (kg)</i>	<i>A3 (kg)</i>	<i>A4 (kg)</i>	<i>A5 (kg)</i>	<i>Média (kg)</i>	<i>Composição (%)</i>
Bio-resíduos	20,15	11,12	6,25	8,77	11,57	8,81
Papel/cartão	35,00	23,25	24,98	31,25	28,62	21,78
Plásticos	24,39	35,89	27,58	30,16	29,51	22,45
Vidro	0,21	0,00	0,00	0,00	0,05	0,04
Compósitos	3,18	4,55	4,68	5,48	4,47	3,40
Têxteis	5,30	7,58	13,53	21,93	12,09	9,20
Têxteis sanitários	11,67	20,73	10,93	19,19	15,63	11,89
Metais	3,18	4,55	5,20	2,74	3,92	2,98
Madeira	0,53	0,00	0,52	0,55	0,40	0,30
Resíduos perigosos	0,00	0,00	0,00	0,22	0,05	0,04
Outros resíduos	3,71	5,06	3,12	7,68	4,89	3,72
< 80 mm	19,09	24,77	15,61	21,38	20,21	15,38
Total	126,42	137,50	112,42	149,36	131,42	100,00

A – Amostra

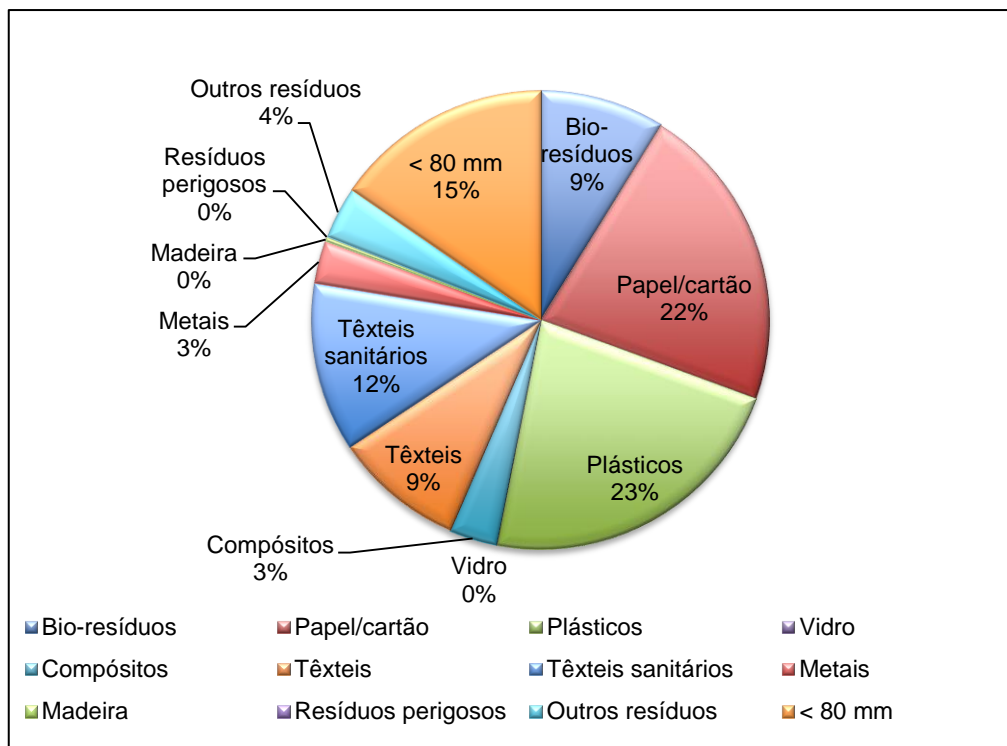


Figura 6.3. Composição física média da fração > 80 mm

Numa análise detalhada verifica-se que as categorias correspondentes aos plásticos, papel/cartão, < 80 mm e têxteis sanitários, são as mais representativas respetivamente, sendo que os bio-resíduos e têxteis com percentagens muito semelhantes, surgem logo de seguida. Posteriormente e pela seguinte ordem predominam os outros resíduos, compósitos, metais e madeira.

O vidro revela-se em quantidades sem significado, juntamente com os resíduos perigosos, porque como quebra facilmente, ao passar pelos abre sacos e crivo da linha de tratamento, parte. Assim, é normal que o vidro seja mais frequente na fração < 80 mm.

Na mesma tabela é visível que aproximadamente 15% dos resíduos (categoria < 80 mm) deveriam ter passado pelos orifícios do crivo, facto que não ocorreu. Esta situação ocorre por razões associadas ao arrastamento dos resíduos < 80 mm nos de > 80 mm prosseguindo na linha de processo, representando cerca de 6% da amostra de entrada.

Da fração já analisada, pela Tabela 6.4 aproximadamente 51% corresponde a categorias cujos resíduos têm possibilidade de valorização material. Esta percentagem inclui duas das categorias mais representativas, o papel/cartão e os plásticos, e ainda três das menos predominantes como o vidro, os compósitos e os metais. Isto porque todas as categorias mencionadas possuem materiais que são passíveis de reciclar.

A percentagem remanescente corresponde a material não reciclável, caracterizado pelas categorias restantes.

Tabela 6.4. Composição física dos materiais recicláveis e não recicláveis presentes na fração > 80 mm

Material	Peso (kg)	Composição (%)
Reciclável	66,57	50,66
Não Reciclável	64,85	49,34
Total	131,42	100,00

Da amostra total de entrada na linha, os recicláveis representam aproximadamente 19% e os não recicláveis cerca de 18,5%.

✓ **Fluxo da fração < 80 mm**

Quanto ao fluxo dos resíduos com dimensões inferiores a 80 mm, os resultados são os que constam nas Tabela 6.5 e Figura 6.4.

Tabela 6.5. Composição física média do fluxo da fração < 80 mm

Fração < 80 mm						
<i>Categoria</i>	<i>A2 (kg)</i>	<i>A3 (kg)</i>	<i>A4 (kg)</i>	<i>A5 (kg)</i>	<i>Média (kg)</i>	<i>Composição (%)</i>
Plásticos	1,16	3,13	4,13	2,06	2,62	1,32
Vidro	2,65	5,05	3,09	5,67	4,11	2,07
Compósitos	0,21	0,40	1,03	0,52	0,54	0,27
Metais	2,12	1,01	1,55	1,03	1,43	0,72
Finos (<20mm)	45,01	71,16	78,90	75,73	67,70	34,04
> 20 mm	142,44	136,26	115,51	95,82	122,51	61,59
Total	193,59	217,00	204,21	180,82	198,90	100,00

A – Amostra

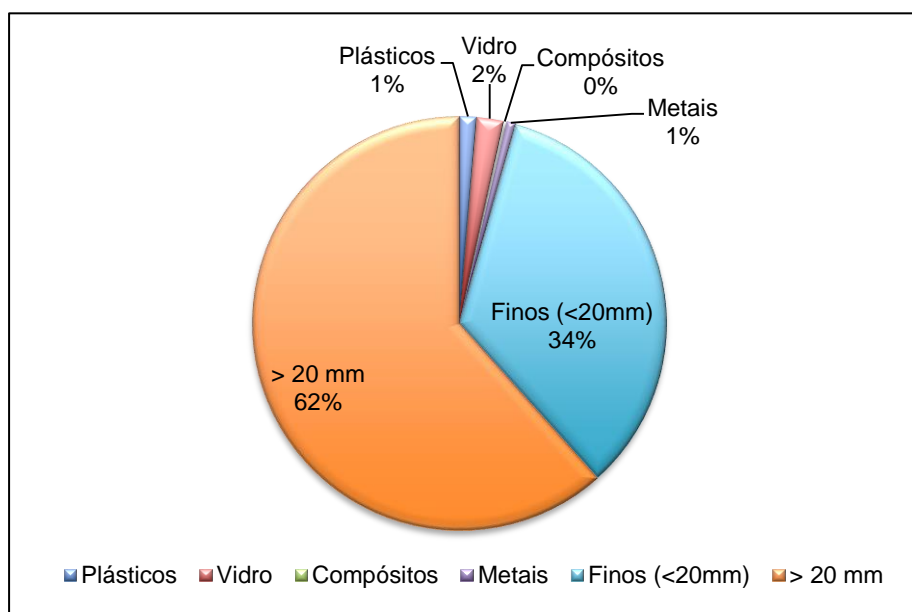


Figura 6.4. Composição física média da fração < 80 mm

Nesta fração, a categoria mais representativa é sem dúvida a > 20 mm, seguida pelos finos.

Como seria de esperar, os recicláveis, ou seja, os resíduos incluídos nas categorias dos plásticos, vidro, compósitos e metais apresentam baixa predominância na fração em análise.

Deste grupo o vidro é o mais abundante devido à sua quebra, como explicado no fluxo anterior.

Na Tabela 6.6 é apresentada a composição física dos recicláveis e não recicláveis da fração < 80 mm.

Tabela 6.6. Composição física dos materiais recicláveis e não recicláveis presentes na fração < 80 mm

Material	Peso (kg)	Composição (%)
Reciclável	8,70	4,37
Não Reciclável	190,20	95,63
Total	198,90	100,00

A representatividade dos recicláveis é muito menor nesta fração, quando comparada com a anterior, correspondendo a cerca de 4% da fração < 80 mm e 2% da amostra total de entrada na linha.

Assim, cerca de 4% da fração < 80 mm é considerada refugo quando poderia ser reciclada.

✓ **Fluxo dos volumosos**

O último fluxo analisado foi o dos volumosos, cujos resultados são demonstrados na tabela seguinte e na Figura 6.5.

Tabela 6.7. Composição física média do fluxo dos volumosos

Volumosos						
<i>Categoria</i>	<i>A2 (kg)</i>	<i>A3 (kg)</i>	<i>A4 (kg)</i>	<i>A5 (kg)</i>	<i>Média (kg)</i>	<i>Composição (%)</i>
Bio-resíduos	12,17	0,00	5,16	0,00	4,33	21,98
Papel/cartão	1,59	1,50	0,00	0,00	0,77	3,92
Plásticos	1,59	1,00	1,03	0,00	0,90	4,59
Vidro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Compósitos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Têxteis	12,17	5,00	16,50	14,42	12,02	61,02
Têxteis sanitários	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Metais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Madeira	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Resíduos perigosos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outros resíduos	0,00	0,00	0,00	6,70	1,67	8,50
Total	27,50	7,50	22,69	21,12	19,70	100,00

A – Amostra

Como a RESINORTE abrange áreas de intervenção onde se verifica uma elevada produção têxtil, é compreensível que a categoria têxteis seja a mais representativa nos volumosos.

Neste sentido é fundamental a sua retirada uma vez que estes podem levar a problemas nos equipamentos a jusante bem como a paragens frequentes. Em seguida surgem os bio-resíduos, a segunda categoria mais representativa do fluxo dos volumosos.

Os resíduos de papel/cartão constituídos na fração de volumosos, tipicamente não são materiais de grande volume ou que provoquem grandes danos, mas durante a recolha do material volumoso, por vezes este tipo de material vem agarrado ou contido nos mesmos.

Algumas categorias apresentam percentagens nulas porque nem sempre são frequentes nos resíduos.

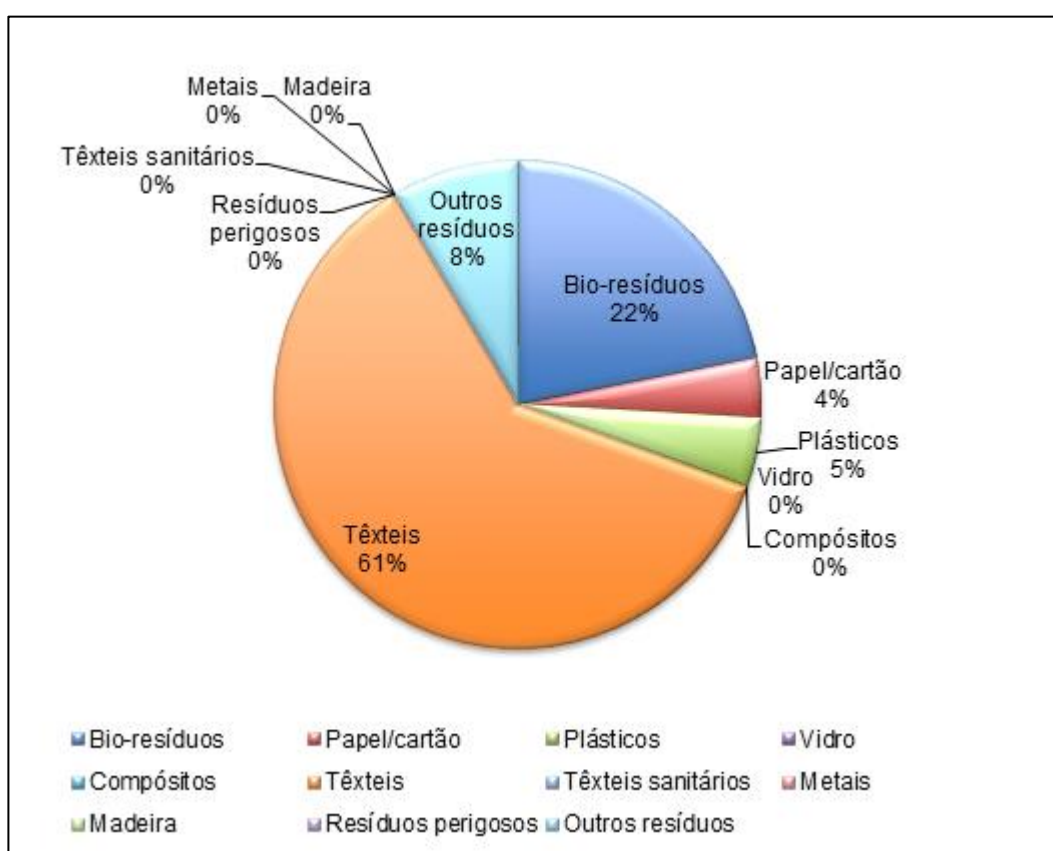


Figura 6.5. Composição física média dos volumosos

✓ **Caraterização física média dos RU**

Dos fluxos analisados anteriormente, resultou a caraterização física dos resíduos indiferenciados apresentada na Tabela 6.8 e na Figura 6.6.

Tabela 6.8. Caraterização física média dos RU

Categoria	A2 (kg)	A3 (kg)	A4 (kg)	A5 (kg)	Média (kg)	Composição (%)
Bio-resíduos	141,57	118,89	100,07	86,54	111,76	31,93
Papel/cartão	44,05	37,37	36,05	38,88	39,09	11,17
Plásticos	34,61	42,63	37,87	37,85	38,24	10,93
Vidro	15,33	18,33	14,17	15,54	15,84	4,53
Compósitos	10,86	12,56	11,78	11,63	11,71	3,35
Têxteis	18,73	16,04	30,03	36,36	25,29	7,22
Têxteis sanitários	19,13	25,36	15,49	24,82	21,20	6,06
Metais	5,30	5,56	5,75	5,50	5,53	1,58
Madeira	0,73	0,90	0,92	0,95	0,88	0,25
Resíduos perigosos	1,00	1,25	0,50	1,00	0,94	0,27
Outros resíduos	11,18	11,96	7,79	16,50	11,86	3,39
Finos (<20mm)	45,01	71,16	78,90	75,73	67,70	19,34
Total	347,51	362,00	339,31	351,30	350,03	100,00

A – Amostra

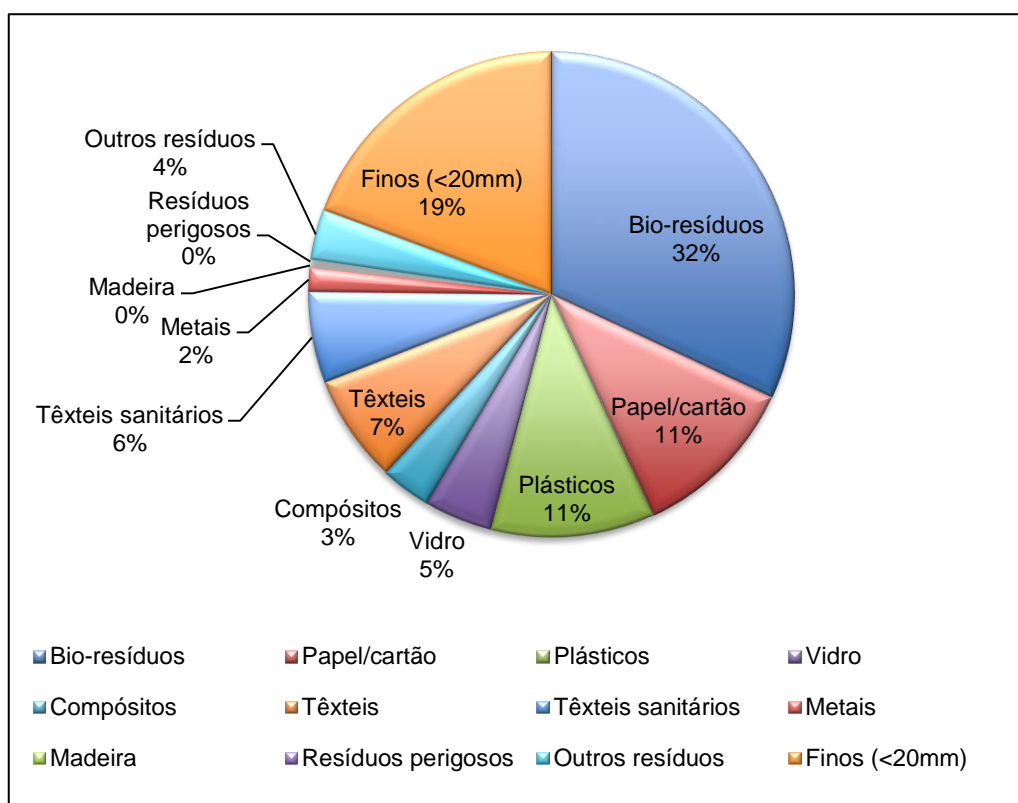


Figura 6.6. Caraterização física média dos RU

Os bio-resíduos, os finos, o papel/cartão, os plásticos e os têxteis são as categorias predominantes na caraterização. As categorias seguintes mais representativas são têxteis sanitários, vidro, outros resíduos e compósitos, respetivamente. Os resíduos perigosos, a madeira e os metais são as categorias menos representativas.

6.1.2. Segunda Campanha

Depois da primeira campanha de caracterização, procedeu-se à realização da segunda campanha que decorreu entre 17 e 23 de julho.

✓ Fluxos de resíduos originados após linha de processo

Do total das amostras efetuadas, resultou a distribuição de percentagem em peso por fluxo separado representada na Tabela 6.9 e Figura 6.7, tendo em conta a amostra total de 351,69 kg.

Tabela 6.9. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após linha de processo da UPRA

Fluxo de Resíduos	A1 (kg)	A2 (kg)	A3 (kg)	A4 (kg)	A5 (kg)	Média (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	121,54	111,50	135,33	151,74	112,41	126,50	35,97
Fração < 80 mm	175,22	202,50	180,77	191,46	208,31	191,65	54,50
Volumosos	54,19	36,00	36,86	9,67	30,94	33,53	9,53
Total	350,94	350,00	352,97	352,88	351,66	351,69	100,00

A – Amostra

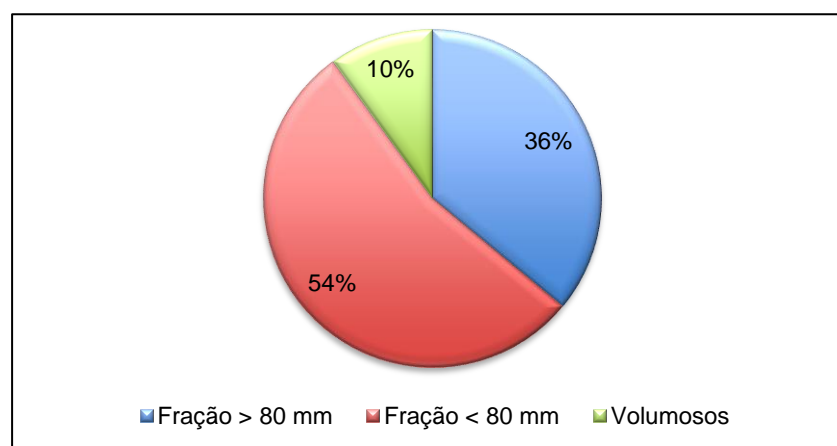


Figura 6.7. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após linha de processo da UPRA

Tal como na campanha anterior os volumosos ocupam uma pequena parte dos resíduos, embora levemente superior. Também, uma vez mais a fração < 80 mm é predominante em relação aos restantes fluxos.

De uma forma geral, a distribuição das percentagens em relação ao peso sofreu alterações, no entanto, pouco significativas já que a predominância de cada fluxo se mantém.

✓ Fluxo de resíduos originados após *trommel*

Considerando apenas os fluxos originados após passagem no crivo bem como o fluxo de entrada no mesmo, obtém-se os resultados apresentados na Tabela 6.10 e Figura 6.8.

Tabela 6.10. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após passagem no *trommel*

Fluxo de Resíduos	A1 (kg)	A2 (kg)	A3 (kg)	A4 (kg)	A5 (kg)	Média (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	121,54	111,50	135,33	151,74	112,41	126,50	39,76
Fração < 80 mm	175,22	202,50	180,77	191,46	208,31	191,65	60,24
Total	296,76	314,00	316,10	343,21	320,72	318,16	100,00

A – Amostra

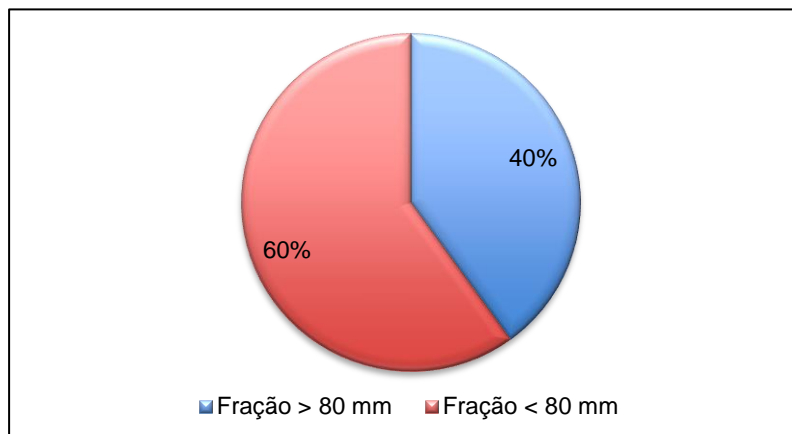


Figura 6.8. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após passagem no *trommel*

A distribuição dos fluxos é semelhante à da campanha anterior, ou seja, 60% dos resíduos correspondem à fração < 80 mm e 40% à fração > 80 mm. Este facto reforça a ideia de que se obtém maior quantidade de matéria orgânica após a separação efetuada pelo crivo.

✓ Fluxo da fração > 80 mm

Do total de resíduos indiferenciados relativos à fração > 80 mm triados no período de campanha em análise, resultou a composição física evidenciada na Tabela 6.11 e na Figura 6.9.

Tabela 6.11. Composição física média do fluxo da fração > 80 mm

Fração > 80 mm							
Categoria	A1 (kg)	A2 (kg)	A3 (kg)	A4 (kg)	A5 (kg)	Média (kg)	Composição (%)
Bio-resíduos	10,85	2,52	13,87	10,99	8,48	9,34	7,39
Papel/cartão	29,45	21,69	24,15	33,50	28,07	27,37	21,64
Plásticos	25,83	28,25	28,25	40,30	34,96	31,52	24,92
Vidro	0,00	1,01	0,00	0,21	0,21	0,29	0,23
Compósitos	2,58	2,02	5,14	2,09	2,65	2,90	2,29
Têxteis	12,40	16,65	25,69	5,76	7,95	13,69	10,82
Têxteis sanitários	17,46	8,58	12,84	24,60	6,36	13,97	11,05

Fração > 80 mm							
<i>Categoria</i>	<i>A1 (kg)</i>	<i>A2 (kg)</i>	<i>A3 (kg)</i>	<i>A4 (kg)</i>	<i>A5 (kg)</i>	<i>Média (kg)</i>	<i>Composição (%)</i>
Metais	4,13	6,05	4,11	4,19	4,77	4,65	3,68
Madeira	0,00	3,03	1,03	0,21	1,06	1,06	0,84
Resíduos perigosos	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,04	0,03
Outros resíduos	0,21	4,04	2,05	2,62	1,59	2,10	1,66
< 80 mm	18,60	17,66	17,98	27,22	16,21	19,53	15,45
Total	121,52	111,50	135,31	151,69	112,30	126,46	100,00

A – Amostra

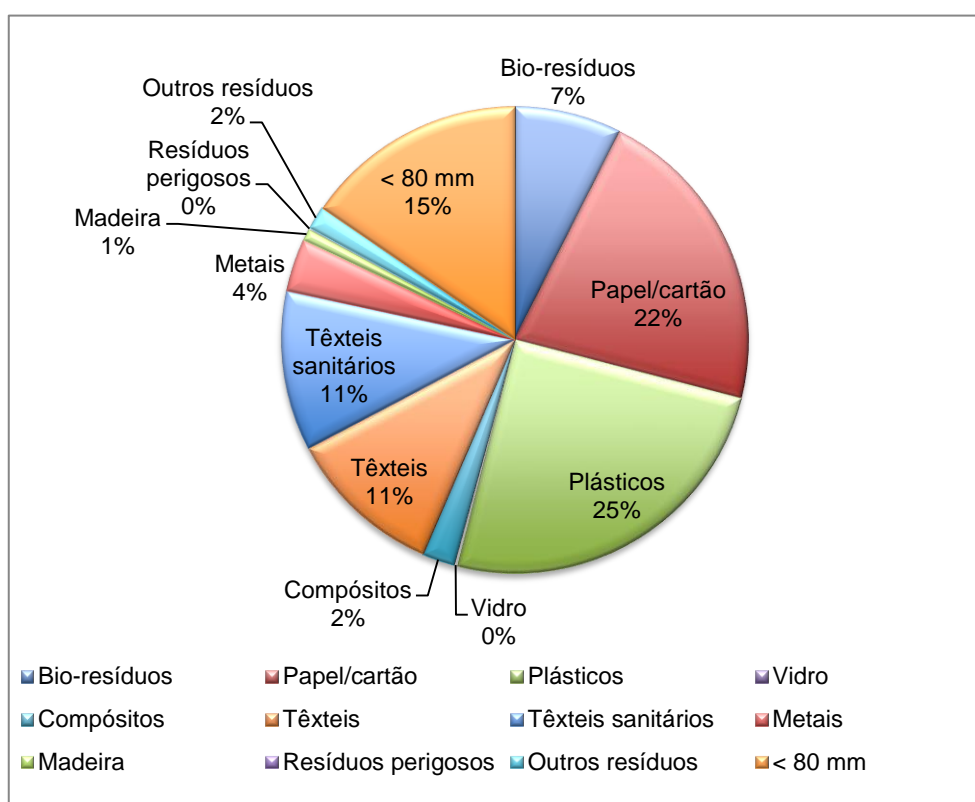


Figura 6.9. Composição física média da fração > 80 mm

As categorias plásticos, papel/cartão, < 80 mm, têxteis sanitários e têxteis são, respetivamente, as mais representativas da fração em análise, com as duas últimas semelhantes na sua composição.

A categoria < 80 mm representa cerca de 15% dos resíduos presentes no fluxo em análise e aproximadamente 6% dos resíduos da amostra total. Estes valores são idênticos aos observáveis na campanha anterior, o que corrobora os resultados obtidos.

Ainda como na primeira campanha, estes representam o material que deveria ter sido direcionado para a fração < 80 mm aquando a separação no crivo.

Em seguida surgem os bio-resíduos, metais, compósitos, outros resíduos, a madeira, o vidro e os resíduos perigosos, por ordem de predominância. Os dois últimos com composição semelhante são novamente os menos representativos, sendo o vidro justificado pela mesma razão apresentada na campanha anterior.

Da fração em análise, verifica-se, na Tabela 6.12, que aproximadamente 53% dos resíduos são passíveis de valorização material, o que corresponde a cerca de 19% da amostra total que é valorizada. Os restantes 47% da fração > 80 mm (17% da amostra total) são considerados não recicláveis e seguem para refugo.

Tabela 6.12. Composição física média dos materiais recicláveis e não recicláveis presentes na fração > 80 mm

Material	Peso (kg)	Composição (%)
Reciclável	66,73	52,76
Não Reciclável	59,74	47,24
Total	126,46	100,00

✓ **Fluxo da fração < 80 mm**

Na Tabela 6.13 apresentam-se os resultados obtidos relativos à distribuição dos resíduos pelas várias categorias constituintes da fração < 80 mm, visualizando-se também, essa mesma distribuição na Figura 6.10.

Tabela 6.13. Composição física média do fluxo da fração < 80 mm

Fração < 80 mm							
Categoria	A1 (kg)	A2 (kg)	A3 (kg)	A4 (kg)	A5 (kg)	Média (kg)	Composição (%)
Plásticos	3,57	4,56	3,53	3,57	3,70	3,79	1,98
Vidro	0,51	6,07	2,52	2,55	5,28	3,39	1,77
Compósitos	0,61	0,51	0,50	0,51	0,53	0,53	0,28
Metais	1,02	2,02	1,51	1,02	1,06	1,33	0,69
Finos (<20mm)	56,15	82,52	56,04	67,88	79,76	68,47	35,74
> 20 mm	113,32	106,82	116,63	115,86	117,79	114,09	59,55
Total	175,19	202,50	180,76	191,40	208,11	191,59	100,00

A – Amostra

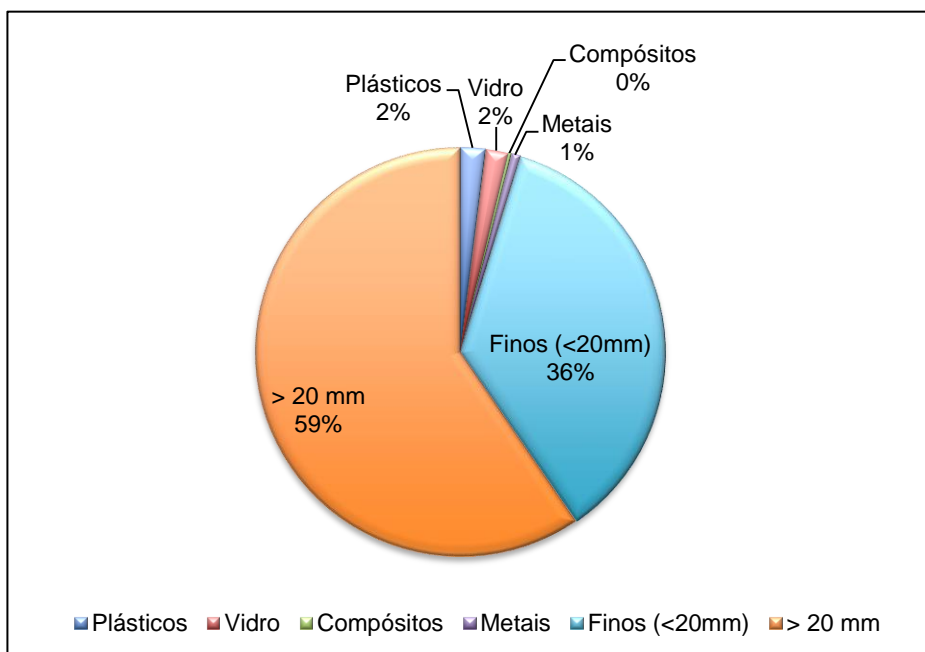


Figura 6.10. Composição física média da fração < 80 mm

Uma vez mais, para a fração < 80 mm as categorias > 20 mm e finos são, respetivamente, as mais representativas, não sofrendo grandes alterações em relação à campanha anterior. A composição dos plásticos aumenta, tornando-se esta a predominante em relação à categoria dos recicláveis. Em seguida, dominam pela seguinte ordem o vidro, os metais e os compósitos.

Na Tabela 6.14 verifica-se que a soma destes recicláveis corresponde a aproximadamente 5% dos resíduos desta fração, sendo o remanescente caracterizado como não reciclável. Isto significa que cerca de 3% dos resíduos pertencentes à amostra global são perdidos como refugo. Estes resultados são consistentes com a campanha anterior, não se verificando alterações significativas.

Tabela 6.14. Composição física média dos materiais recicláveis e não recicláveis presentes na fração < 80 mm

Material	Peso (kg)	Composição (%)
Reciclável	9,04	4,72
Não Reciclável	182,56	95,28
Total	191,59	100,00

✓ Fluxo dos volumosos

Na Tabela 6.15, onde se apresentam os resultados relativamente à fração de volumosos, verifica-se que a categoria têxtil continua a ser a mais representativa do fluxo em análise com cerca de 71%, mais 10% do que na campanha anterior. As restantes categorias apresentam composição muito mais baixa, seguindo-se por ordem de maior para menor composição as categorias de bio-resíduos, plásticos, compósitos, outros resíduos, têxteis

sanitários, metais, papel/cartão, vidro e madeira e por fim, resíduos perigosos. Na Figura 6.11 é apresentado um gráfico que facilita a distinção da representatividade de cada categoria.

Tabela 6.15. Composição física média do fluxo dos volumosos

Volumosos							
<i>Categoria</i>	<i>A1 (kg)</i>	<i>A2 (kg)</i>	<i>A3 (kg)</i>	<i>A4 (kg)</i>	<i>A5 (kg)</i>	<i>Média (kg)</i>	<i>Composição (%)</i>
Bio-resíduos	0,00	0,00	7,17	0,00	8,24	3,08	9,19
Papel/cartão	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,40	1,19
Plásticos	0,00	3,50	0,00	5,37	0,00	1,77	5,29
Vidro	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,60
Compósitos	0,00	7,00	0,00	0,00	0,00	1,40	4,18
Têxteis	54,18	15,00	29,69	0,00	20,61	23,89	71,28
Têxteis sanitários	0,00	0,00	0,00	4,30	0,00	0,86	2,56
Metais	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,60	1,79
Madeira	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,60
Resíduos perigosos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outros resíduos	0,00	3,50	0,00	0,00	2,06	1,11	3,32
Total	54,18	36,00	36,86	9,67	30,91	33,52	100,00

A – Amostra

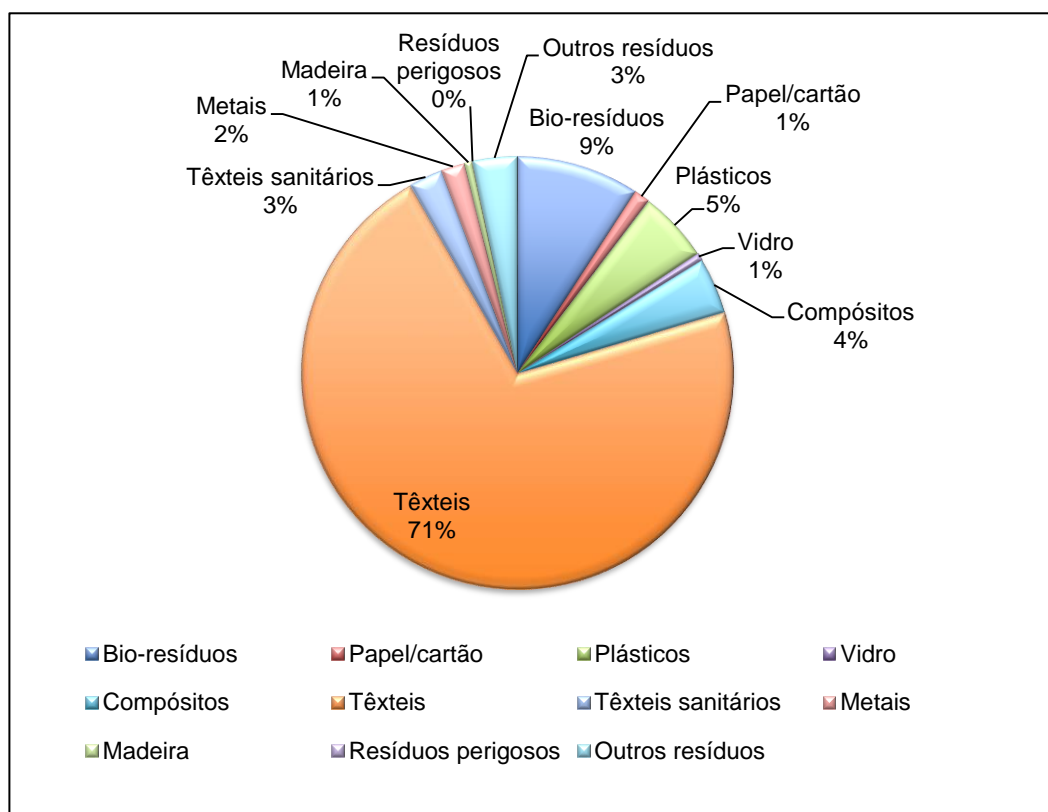


Figura 6.11. Composição física média dos volumosos

✓ **Caraterização física média dos RU**

A caraterização física dos resíduos, resultante da agregação dos fluxos originados após tratamento mecânico é apresentada na Tabela 6.16 e na Figura 6.12.

Tabela 6.16. Caraterização física média dos RU

Categoria	A1 (kg)	A2 (kg)	A3 (kg)	A4 (kg)	A5 (kg)	Média (kg)	Composição (%)
Bio-resíduos	99,47	86,12	111,67	105,70	107,28	102,05	29,03
Papel/cartão	41,26	43,21	43,43	45,24	43,10	43,25	12,30
Plásticos	29,41	36,31	31,79	49,25	38,66	37,08	10,55
Vidro	14,00	19,92	14,08	22,67	18,70	17,87	5,08
Compósitos	10,50	13,30	10,93	9,51	10,38	10,92	3,11
Têxteis	66,58	31,65	55,38	5,76	28,55	37,58	10,69
Têxteis sanitários	17,46	8,58	12,84	28,90	6,36	14,83	4,22
Metais	5,15	11,08	5,62	5,21	5,82	6,58	1,87
Madeira	0,00	4,03	1,03	0,21	1,06	1,26	0,36
Resíduos perigosos	1,50	1,90	0,77	2,90	1,80	1,77	0,50
Outros resíduos	9,39	11,38	9,34	9,53	9,86	9,90	2,82
Finos (<20mm)	56,15	82,52	56,04	67,88	79,76	68,47	19,48
Total	350,88	350,00	352,93	352,76	351,32	351,58	100,00

A – Amostra

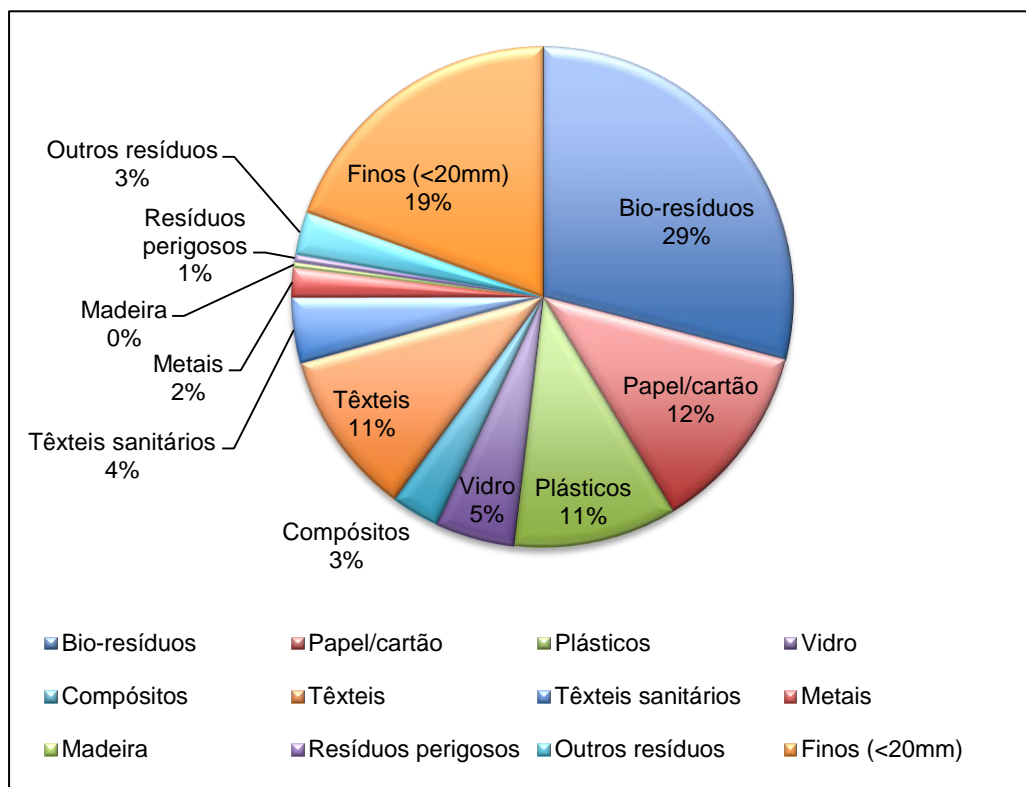


Figura 6.12. Caraterização física média dos RU

De uma forma geral, a caracterização da segunda campanha é semelhante à primeira, havendo apenas pequenas diferenças percentuais. Os bio-resíduos, os finos, o papel/cartão, os plásticos e os têxteis assumem-se como predominantes também nesta campanha. Os resíduos perigosos, a madeira e os metais são novamente as categorias menos representativas. As restantes categorias distribuem-se pela seguinte ordem decrescente: vidro, têxteis sanitários, compósitos e outros resíduos.

6.2. Unidade de Produção de Celorico de Basto

No presente capítulo, tal como no capítulo 6.1 serão apresentados e discutidos os resultados globais da composição física relativamente aos vários fluxos de resíduos obtidos, das categorias dos mesmos e da amostra total, resultantes da média aritmética das várias amostras, correspondentes à primeira e segunda campanhas de caracterização, no entanto, realizadas em Codessoso, onde a linha de tratamento inclui o CDD.

6.2.1. Primeira Campanha

O período durante o qual decorreu a primeira campanha de caracterização na UPCB, foi entre 20 de maio e 26 de junho.

✓ Fluxos de resíduos originados após linha de processo

A composição física de cada fluxo originado após o tratamento da amostra total dos resíduos indiferenciados apresenta-se na Tabela 6.17 e Figura 6.13.

Tabela 6.17. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após linha de processo da UPCB

Fluxo de material	A1 (kg)	A2 (kg)	A3 (kg)	A4 (kg)	A5 (kg)	Média (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	161,14	170,55	229,69	161,64	178,80	180,36	51,04
Fração < 80 mm	174,30	154,65	127,63	161,19	157,58	155,07	43,88
Volumosos	13,26	24,80	7,73	28,06	15,81	17,93	5,07
Total	348,70	350,00	365,05	350,90	352,18	353,37	100,00

A – Amostra

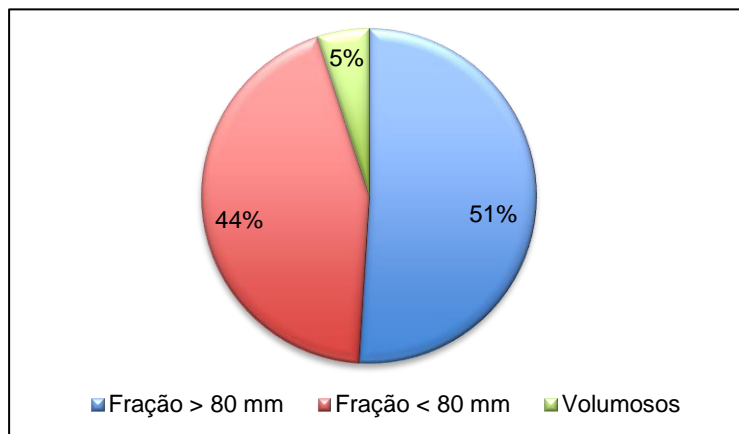


Figura 6.13. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após linha de processo da UPCB

As frações > 80 mm e < 80 mm revelam ser os fluxos de maior predominância como esperado, sendo que os volumosos representam uma pequena parte dos resíduos.

✓ **Fluxo de resíduos originados após CDD**

Em análise ao fluxo de resíduos que entra no crivo, ou seja, depois da remoção dos volumosos, obtiveram-se os resultados apresentados na Tabela 6.18 e Figura 6.14.

Tabela 6.18. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após passagem no CDD

Fluxo de material	A1 (kg)	A2 (kg)	A3 (kg)	A4 (kg)	A5 (kg)	Média (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	161,14	170,55	229,69	161,64	178,80	180,36	53,77
Fração < 80 mm	174,30	154,65	127,63	161,19	157,58	155,07	46,23
Total	335,44	325,20	357,32	322,84	336,37	335,44	100,00

A – Amostra

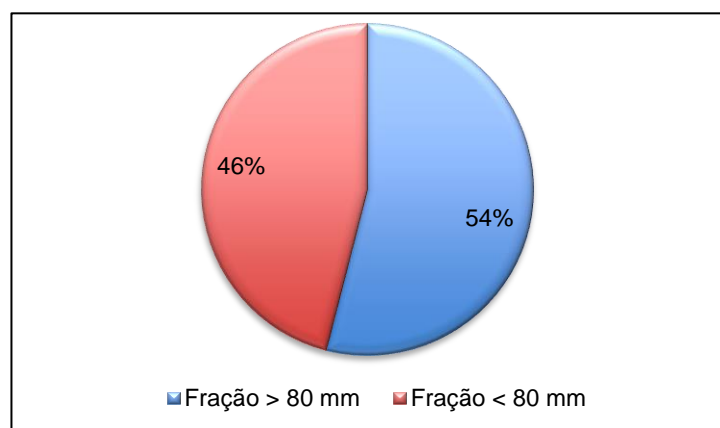


Figura 6.14. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após CDD

A fração dos resíduos com dimensões superiores a 80 mm corresponde a cerca de 54% dos resíduos que entram no crivo, superior à fração de resíduos com dimensões inferiores que representam 46%. Com estes resultados podemos deduzir que após a passagem do material pelo CDD, há uma maior probabilidade de obter materiais passíveis de valorização material.

✓ **Fluxo da fração > 80 mm**

Relativamente à fração > 80 mm, na Tabela 6.19 e Figura 6.15 é apresentada a sua composição física.

Tabela 6.19. Composição física média do fluxo da fração > 80 mm

Fração > 80 mm							
Categoria	A1 (kg)	A2 (kg)	A3 (kg)	A4 (kg)	A5 (kg)	Média (kg)	Composição (%)
Bio-resíduos	8,37	22,37	19,05	8,65	12,00	14,09	7,82
Papel/cartão	41,60	31,03	35,22	31,81	37,61	35,45	19,68

Fração > 80 mm							
<i>Categoria</i>	<i>A1 (kg)</i>	<i>A2 (kg)</i>	<i>A3 (kg)</i>	<i>A4 (kg)</i>	<i>A5 (kg)</i>	<i>Média (kg)</i>	<i>Composição (%)</i>
Plásticos	29,87	25,02	46,96	32,12	45,26	35,85	19,89
Vidro	0,16	0,55	0,42	0,10	0,00	0,25	0,14
Compósitos	3,46	3,80	6,21	4,55	4,99	4,60	2,55
Têxteis	6,48	11,31	8,45	9,31	4,73	8,06	4,47
Têxteis sanitários	29,33	29,03	38,40	30,35	17,38	28,90	16,04
Metais	4,00	3,90	5,43	2,12	7,20	4,53	2,51
Madeira	0,54	0,05	0,68	0,96	0,91	0,63	0,35
Resíduos perigosos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outros resíduos	6,97	6,61	7,77	4,00	1,95	5,46	3,03
< 80 mm	29,82	36,88	60,89	37,68	46,62	42,38	23,52
Total	160,61	170,55	229,48	161,64	178,64	180,18	100,00

A – Amostra

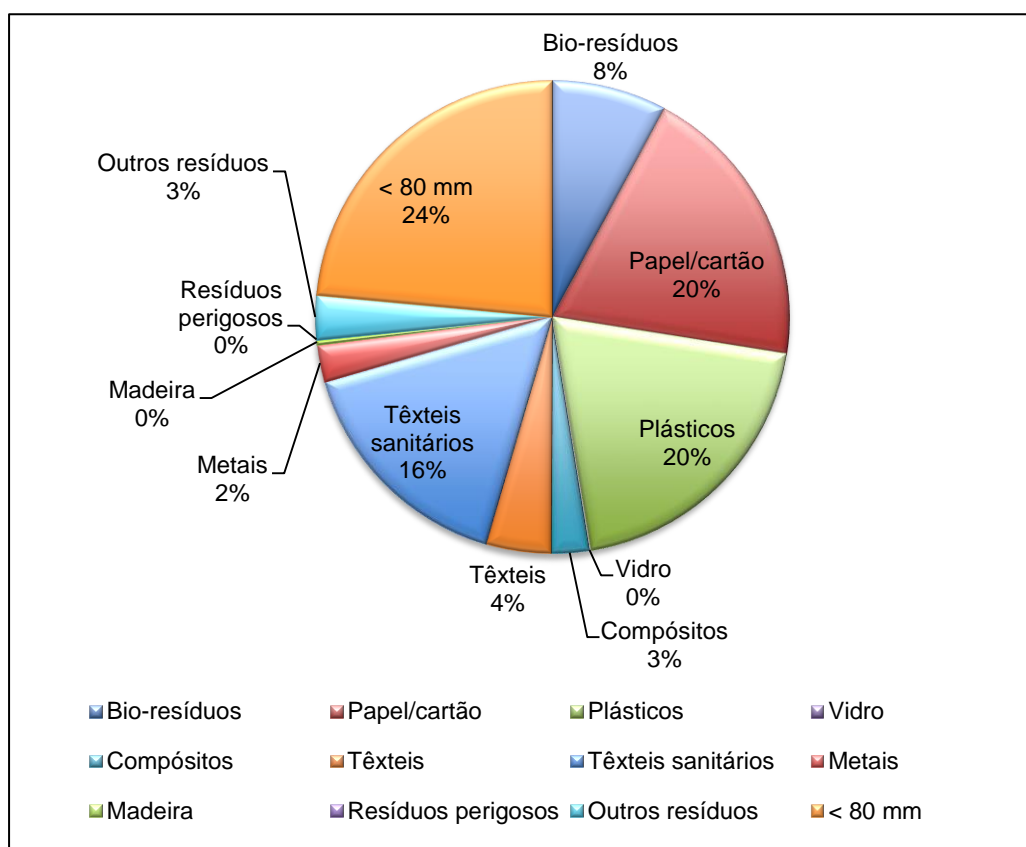


Figura 6.15. Composição física média da fração > 80 mm

As categorias papel/cartão, plásticos, têxteis sanitários e < 80 mm são as mais representativas tal como aconteceu na primeira campanha em Riba d'Ave, destacando-se a categoria < 80 mm com cerca de 24%.

Para que o crivo tivesse uma eficiência superior, este material que representa aproximadamente 12% dos resíduos da amostra total, deveria ter caído para o tapete que transporta a fração < 80 mm. O papel/cartão e os plásticos apresentam representatividade idêntica seguidos dos têxteis sanitários.

Em seguida surgem os bio-resíduos, os têxteis, compósitos e outros resíduos, respetivamente. Estes dois últimos apresentam composição semelhante. O vidro em conjunto com a madeira e os resíduos perigosos constituem as categorias menos significativas na fração em análise. A razão pela qual o vidro se inclui neste grupo é a mesma explicada no capítulo anterior. Os equipamentos promovem a quebra deste tipo de material transformando-o em resíduos com dimensões inferiores a 80 mm.

Como visível na Tabela 6.20, desta fração identificaram-se cerca de 45% de resíduos considerados recicláveis, resultantes da soma da composição das categorias papel/cartão, plásticos, vidro, compósitos e metais. Estes recicláveis representam aproximadamente 23% da amostra de entrada na linha, que se traduz na quantidade de material presumivelmente aproveitado para reciclagem através dos equipamentos a jusante do crivo que complementam o tratamento dos resíduos indiferenciados. Os não recicláveis, representados pelas categorias remanescentes, correspondem a 55% da fração em análise e a 28% da amostra total de entrada.

Tabela 6.20. Composição física dos materiais recicláveis e não recicláveis presentes na fração > 80 mm

Material	Peso (kg)	Composição (%)
Reciclável	80,68	44,78
Não Reciclável	99,51	55,22
Total	180,18	100,00

✓ **Fluxo da fração < 80 mm**

Da análise do total das frações < 80 mm obtidas nas várias amostras executadas, resultou a composição física apresentada na Tabela 6.21 e na Figura 6.16.

Tabela 6.21. Composição física média do fluxo da fração < 80 mm

Fração < 80 mm							
Categoria	A1 (kg)	A2 (kg)	A3 (kg)	A4 (kg)	A5 (kg)	Média (kg)	Composição (%)
Plásticos	7,11	4,36	4,93	4,86	4,83	5,22	3,37
Vidro	5,13	8,21	5,19	2,10	3,11	4,75	3,07
Compósitos	1,87	0,51	0,83	1,50	0,81	1,10	0,71
Metais	3,74	2,84	2,34	2,81	3,35	3,01	1,95
Finos (<20mm)	70,61	49,74	43,40	52,01	41,47	51,45	33,21
> 20 mm	85,26	88,99	70,82	97,91	103,87	89,37	57,69
Total	173,72	154,65	127,51	161,19	157,45	154,90	100,00

A – Amostra

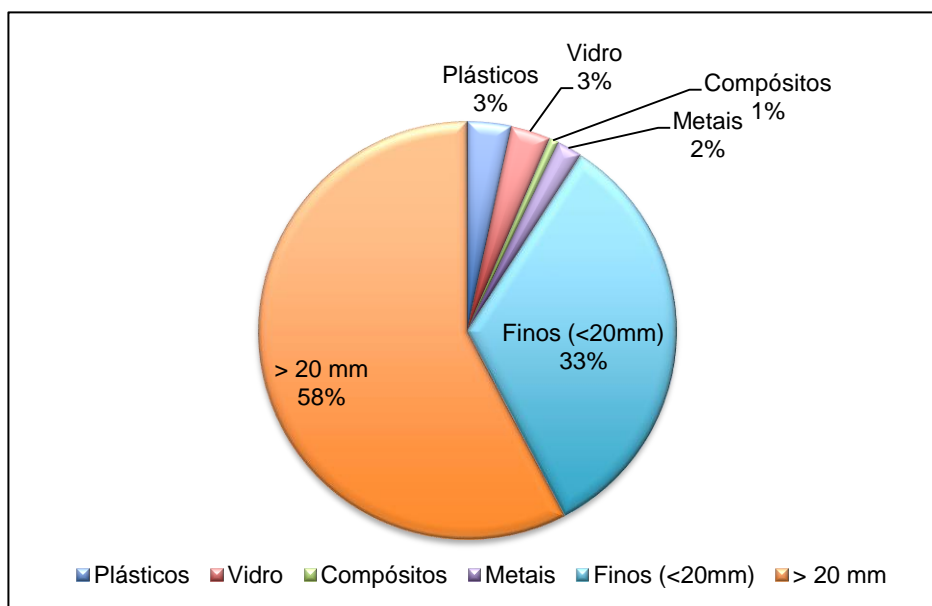


Figura 6.16. Composição física média da fração < 80 mm

A categoria > 20 mm surge como a mais representativa da fração em análise, seguida da categoria dos finos que também é predominante.

As restantes categorias constituídas apenas por resíduos recicláveis apresentam baixa representatividade, cerca de 9% como presente na Tabela 6.22.

Relativamente à amostra total, este material passível de reciclagem constitui 4% de material que não vai sofrer este tipo de valorização.

Tabela 6.22. Composição física média dos materiais recicláveis e não recicláveis presentes na fração < 80 mm

Material	Peso (kg)	Composição (%)
Reciclável	14,09	9,09
Não Reciclável	140,82	90,91
Total	154,90	100,00

✓ Fluxo dos volumosos

A composição física global resultante da triagem dos volumosos constituintes das várias amostras realizadas é discriminada na Tabela 6.23.

Tabela 6.23. Composição física média do fluxo dos volumosos

Volumosos							
Categoria	A1 (kg)	A2 (kg)	A3 (kg)	A4 (kg)	A5 (kg)	Média (kg)	Composição (%)
Bio-resíduos	0,00	12,65	0,00	5,51	1,48	3,93	21,93
Papel/cartão	0,63	0,00	0,00	0,00	1,33	0,39	2,19

Volumosos							
<i>Categoria</i>	<i>A1 (kg)</i>	<i>A2 (kg)</i>	<i>A3 (kg)</i>	<i>A4 (kg)</i>	<i>A5 (kg)</i>	<i>Média (kg)</i>	<i>Composição (%)</i>
Plásticos	0,69	1,00	0,00	1,20	4,45	1,47	8,19
Vidro	0,16	0,85	1,03	0,00	0,00	0,41	2,28
Compósitos	0,00	0,00	0,00	1,85	1,86	0,74	4,14
Têxteis	5,45	9,10	6,69	9,32	4,93	7,10	39,61
Têxteis sanitários	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Metais	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,35
Madeira	0,90	0,00	0,00	0,70	0,74	0,47	2,61
Resíduos perigosos	0,00	0,00	0,00	5,51	0,00	1,10	6,15
Outros resíduos	5,08	1,20	0,00	3,96	1,01	2,25	12,55
Total	13,22	24,80	7,72	28,06	15,80	17,92	100,00

A – Amostra

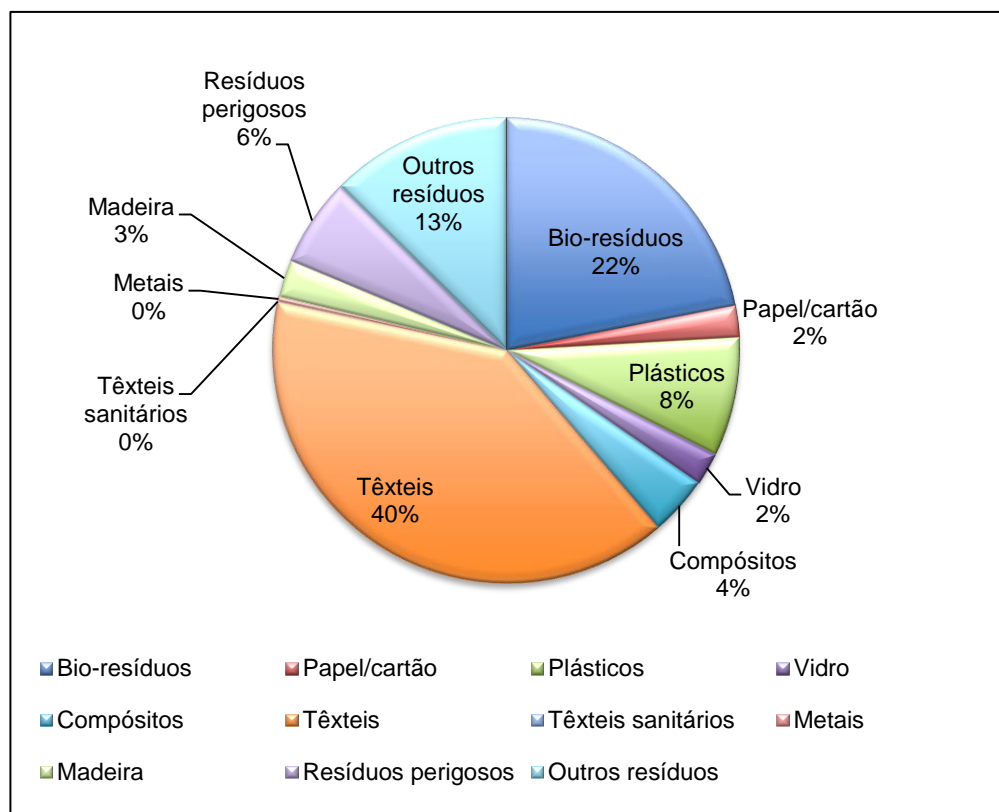


Figura 6.17. Composição física média dos volumosos

Como explicado anteriormente, o facto de haver indústria têxtil na zona de abrangência da RESINORTE é uma das grandes razões pela qual a categoria dos têxteis aparece como a mais representativa no fluxo dos volumosos.

Neste caso, os têxteis representam 40% dos volumosos, próximo de metade da composição total. As zonas rurais são as maiores responsáveis pelos bio-resíduos surgirem como a segunda categoria predominante.

As restantes categorias são distribuídas pela seguinte ordem decrescente de predominância no fluxo dos volumosos: outros resíduos, plásticos, resíduos perigosos, compósitos, madeira, vidro, papel/cartão, metais e têxteis sanitários.

✓ **Caraterização física média dos RU**

Desta primeira campanha resultou a caraterização física dos resíduos indiferenciados preconizada na Tabela 6.24.

Também na Figura 6.18 podemos visualizar mais facilmente a representatividade de cada categoria presente no fluxo de RU indiferenciados.

Tabela 6.24. Caraterização física média dos RU

Categoria	A1 (kg)	A2 (kg)	A3 (kg)	A4 (kg)	A5 (kg)	Média (kg)	Composição (%)
Bio-resíduos	82,96	115,75	99,06	101,54	109,50	101,76	28,83
Papel/cartão	51,02	39,50	42,60	39,70	46,72	43,91	12,44
Plásticos	40,45	36,33	56,18	44,07	56,43	46,69	13,23
Vidro	15,80	16,06	17,02	15,45	16,00	16,07	4,55
Compósitos	11,11	11,62	14,42	14,80	15,44	13,48	3,82
Têxteis	16,95	25,40	22,53	25,00	17,44	21,47	6,08
Têxteis sanitários	32,82	32,80	44,49	33,23	25,16	33,70	9,55
Metais	8,06	6,74	7,76	4,93	10,54	7,61	2,16
Madeira	1,44	1,00	1,08	1,66	1,65	1,37	0,39
Resíduos perigosos	0,83	1,05	1,20	5,51	0,80	1,88	0,53
Outros resíduos	15,50	14,00	14,96	13,00	10,73	13,64	3,86
Finos (<20mm)	70,61	49,74	43,40	52,01	41,47	51,45	14,57
Total	347,55	350,00	364,72	350,90	351,88	353,01	100,00

A – Amostra

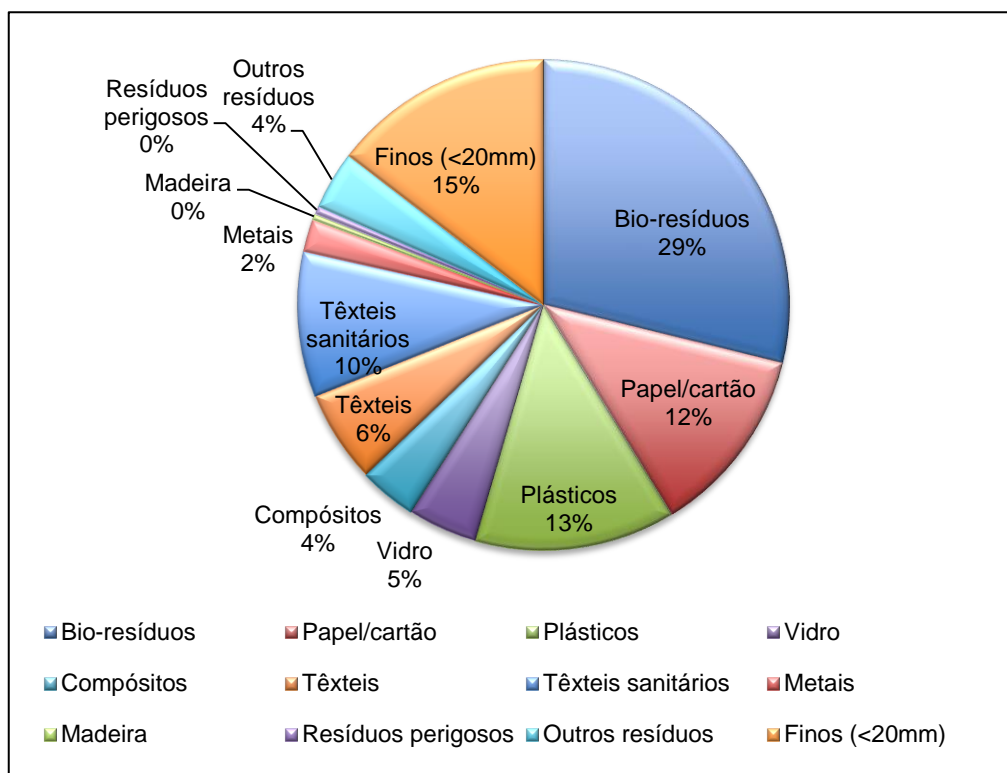


Figura 6.18. Caracterização física média dos RU

As categorias bio-resíduos, finos, plásticos e papel/cartão são, por ordem decrescente, as mais representativas. Os têxteis sanitários representam também uma parte significativa dos resíduos. Em seguida surgem os têxteis e o vidro que apresentam uma diferença de apenas 1%. Os outros resíduos e os compósitos apresentam predominância quase idêntica. Por último e por ordem decrescente surgem as categorias respetivas aos metais, resíduos perigosos e à madeira.

6.2.2. Segunda Campanha

A campanha correspondente ao período de primavera/verão decorreu entre 3 e 16 de julho.

✓ Fluxos de resíduos originados após linha de processo

A análise dos fluxos de resíduos separados após passagem na linha de tratamento, resultou na composição física apresentada na Tabela 6.25 e Figura 6.19.

Tabela 6.25. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após linha de processo da UPCB

Fluxo de Resíduos	A1 (kg)	A2 (kg)	A3 (kg)	A4 (kg)	A5 (kg)	Média (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	141,44	182,54	182,66	137,76	149,35	158,75	44,12
Fração < 80 mm	188,63	174,11	158,84	221,71	167,64	182,19	50,63
Volumosos	25,23	7,33	13,05	16,23	32,51	18,87	5,24
Total	355,30	363,98	354,55	375,70	349,51	359,81	100,00

A – Amostra

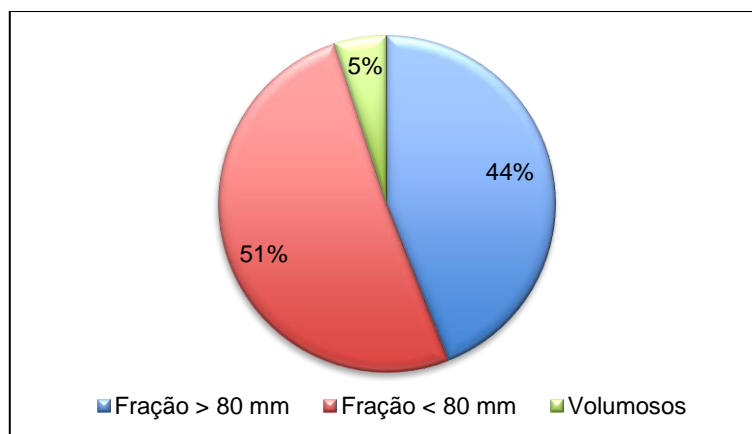


Figura 6.19. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após linha de processo da UPCB

Os volumosos representam 5%, a mesma composição da campanha anterior. Apesar do valor percentual dos volumosos se manter, o mesmo não acontece para os restantes fluxos, pois a fração < 80 mm mostra-se dominante com 51% em relação aos 44% da fração > 80 mm.

✓ **Fluxo de resíduos originados após CDD**

Considerando apenas o fluxo de resíduos que entram no crivo, verifica-se pela Tabela 6.26 e pela Figura 6.20 que aproximadamente 47% dos resíduos são direccionados para a saída característica dos resíduos com dimensões superiores a 80 mm, sendo o remanescente caracterizado por dimensões inferiores a 80 mm.

Tabela 6.26. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após passagem no CDD

Fluxo de Resíduos	A1 (kg)	A2 (kg)	A3 (kg)	A4 (kg)	A5 (kg)	Média (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	141,44	182,54	182,66	137,76	149,35	158,75	46,56
Fração < 80 mm	188,63	174,11	158,84	221,71	167,64	182,19	53,44
Total	330,07	356,65	341,50	359,47	317,00	340,94	100,00

A – Amostra

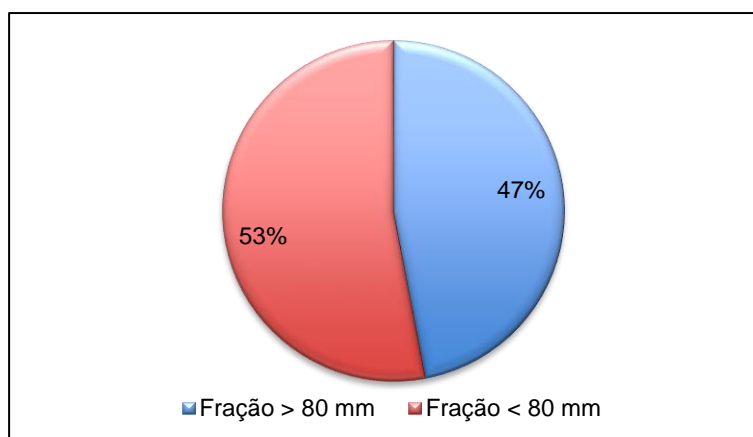


Figura 6.20. Composição física média dos fluxos de resíduos obtidos após passagem no CDD

Nesta campanha a fração < 80 mm foi superior à fração > 80 mm, ao contrário da campanha anterior.

Neste caso, pode ser indicativo de uma maior quantidade de matéria orgânica obtida ao invés dos materiais recicláveis.

✓ **Fluxo da fração > 80 mm**

Quanto à composição física da fração > 80 mm, obtida a partir da média aritméticas das amostras constituídas, esta é visível na Tabela 6.27 e Figura 6.21.

Tabela 6.27. Composição física média do fluxo da fração > 80 mm

Fração > 80 mm							
<i>Categoria</i>	<i>A1 (kg)</i>	<i>A2 (kg)</i>	<i>A3 (kg)</i>	<i>A4 (kg)</i>	<i>A5 (kg)</i>	<i>Média (kg)</i>	<i>Composição (%)</i>
Bio-resíduos	13,47	17,84	19,29	11,30	10,93	14,57	9,18
Papel/cartão	28,71	28,26	36,70	22,20	28,08	28,79	18,15
Plásticos	28,87	41,31	33,35	35,15	31,36	34,01	21,44
Vidro	0,59	0,60	0,73	1,31	0,00	0,65	0,41
Compósitos	3,86	6,11	16,36	4,12	8,63	7,82	4,93
Têxteis	4,94	6,59	19,66	9,79	18,47	11,89	7,50
Têxteis sanitários	18,89	35,08	11,03	16,22	13,23	18,89	11,91
Metais	4,56	4,73	4,08	4,72	3,28	4,27	2,69
Madeira	1,82	0,00	1,31	0,50	0,35	0,80	0,50
Resíduos perigosos	0,00	0,00	0,10	0,00	0,23	0,07	0,04
Outros resíduos	3,01	0,48	2,30	1,81	4,49	2,42	1,52
< 80 mm	32,25	41,50	37,59	30,63	30,26	34,45	21,72
Total	140,98	182,48	182,49	137,76	149,32	158,61	100,00

A – Amostra

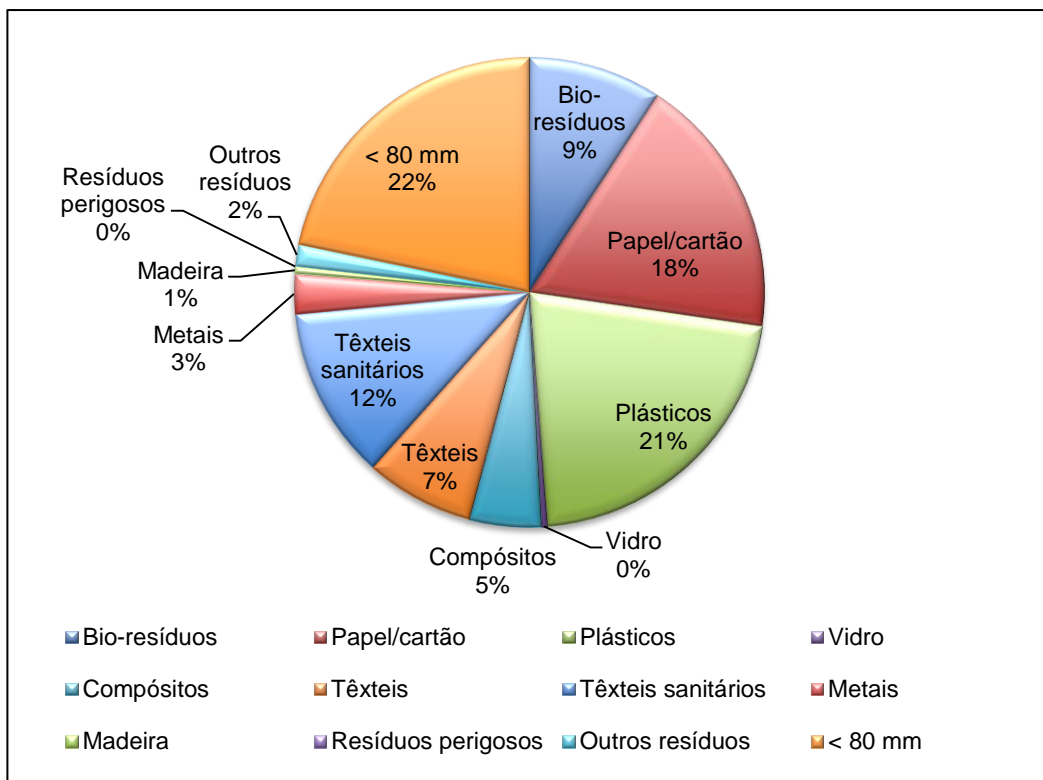


Figura 6.21. Composição física média da fração > 80 mm

De uma forma geral, a predominância da maioria das categorias mantém-se idêntica à campanha anterior mas com valores de composição diferentes.

Assim, o papel/cartão, os plásticos, os têxteis sanitários e os resíduos < 80 mm são novamente o grupo dominante, no entanto, nesta campanha os plásticos apresentam composição superior ao papel/cartão e apesar de ligeiramente superior, a categoria < 80 mm é quase idêntica à dos plásticos.

A categoria < 80 mm que corresponde a cerca de 22% da fração > 80 mm, representa aproximadamente 10% de resíduos da amostra total que deveriam ter passado para o fluxo da fração < 80 mm aquando a separação efetuada pelo crivo.

As restantes categorias predominam segundo a seguinte ordem: bio-resíduos, têxteis, compósitos, metais, outros resíduos, madeira, vidro e resíduos perigosos.

De uma forma geral, todas as categorias sofreram um aumento percentual na sua composição exceto a categoria outros resíduos que sofreu uma ligeira diminuição. Uma vez mais, a madeira, o vidro e os resíduos perigosos foram as categorias com menos representatividade, apresentando pouca significância.

Pela tabela anterior, foi possível determinar o material reciclável e não reciclável identificado na Tabela 6.28.

Tabela 6.28. Composição física média dos materiais recicláveis e não recicláveis presentes na fração > 80 mm

Material	Peso (kg)	Composição (%)
Reciclável	75,53	47,62
Não Reciclável	83,07	52,38
Total	158,61	100,00

Da Tabela 6.28 conclui-se que aproximadamente 48% dos resíduos presentes na fração > 80 mm podem ser recuperáveis através da valorização material, representando 21% da amostra total. Já os não recicláveis constituem cerca de 52% da fração > 80 mm e aproximadamente 23% da amostra total.

✓ **Fluxo da fração < 80 mm**

Relativamente ao fluxo da fração < 80 mm, a sua composição física é presente na Tabela 6.29 e na Figura 6.22.

Tabela 6.29. Composição física média do fluxo da fração < 80 mm

Fração < 80 mm							
Categoria	A1 (kg)	A2 (kg)	A3 (kg)	A4 (kg)	A5 (kg)	Média (kg)	Composição (%)
Plásticos	5,59	6,34	5,58	0,15	6,98	4,93	2,71
Vidro	5,70	2,69	3,27	0,10	3,43	3,04	1,67
Compósitos	0,22	0,42	0,48	0,00	0,70	0,36	0,20
Metais	3,66	1,32	3,27	2,31	2,56	2,62	1,44
Finos (<20mm)	63,40	34,73	42,83	112,16	64,88	63,60	34,94
> 20 mm	109,44	128,56	103,25	106,99	89,06	107,46	59,04
Total	188,01	174,05	158,68	221,71	167,60	182,01	100,00

A – Amostra

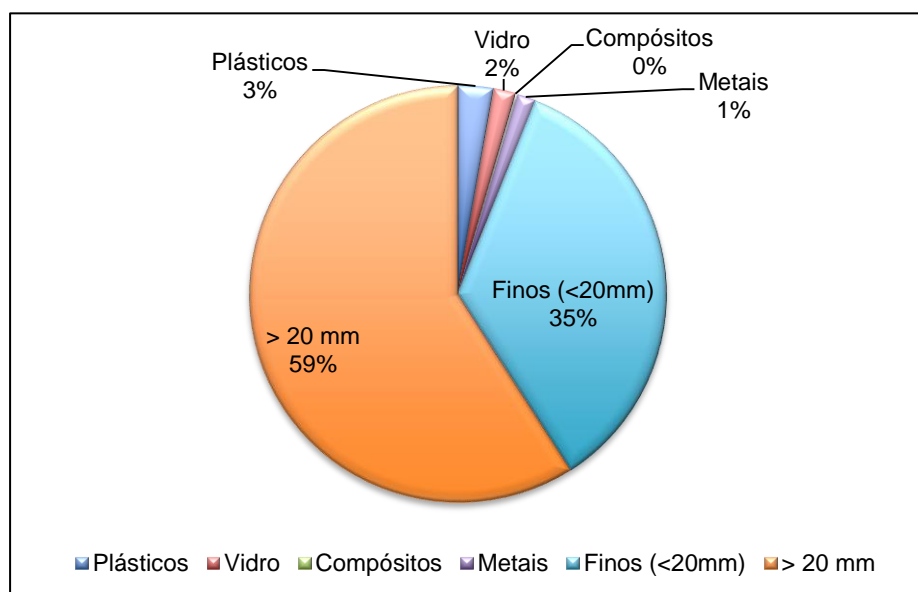


Figura 6.22. Composição física média da fração < 80 mm

As categorias > 20 mm e finos, nesta segunda campanha, são novamente predominantes com percentagens ligeiramente superiores. Os recicláveis, como seria de esperar representam a menor parte da fração em análise.

Dentro destes materiais, os plásticos estão presentes em maior quantidade, seguidos do vidro, metais e compósitos, respetivamente, algo já verificado na campanha anterior.

Pela Tabela 6.30 verifica-se que aproximadamente 6% dos resíduos poderiam ser sujeitos a reciclagem, caso tivessem avançado pelo crivo para a fração > 80 mm, representando cerca de 3% dos resíduos contidos na amostra total.

Tabela 6.30. Composição física média dos materiais recicláveis e não recicláveis presentes na fração < 80 mm

Material	Peso (kg)	Composição (%)
Reciclável	10,95	6,02
Não Reciclável	171,06	93,98
Total	182,01	100,00

✓ Fluxo dos volumosos

Na Tabela 6.31 são apresentados os resultados da composição física relativamente aos volumosos também presentes na Figura 6.23.

Tabela 6.31. Composição física média do fluxo dos volumosos

Volumosos							
<i>Categoria</i>	<i>A1 (kg)</i>	<i>A2 (kg)</i>	<i>A3 (kg)</i>	<i>A4 (kg)</i>	<i>A5 (kg)</i>	<i>Média (kg)</i>	<i>Composição (%)</i>
Bio-resíduos	14,10	1,33	2,67	5,51	17,65	8,25	43,78
Papel/cartão	0,17	0,00	0,00	0,00	0,16	0,07	0,35
Plásticos	0,78	0,00	0,43	0,00	3,31	0,90	4,79
Vidro	0,11	0,98	1,28	2,35	0,42	1,03	5,46
Compósitos	2,94	1,56	1,34	0,00	0,60	1,29	6,83
Têxteis	5,50	3,46	7,16	3,71	8,13	5,59	29,66
Têxteis sanitários	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Metais	0,00	0,00	0,16	0,00	1,20	0,27	1,45
Madeira	0,06	0,00	0,00	3,71	0,18	0,79	4,18
Resíduos perigosos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outros resíduos	1,50	0,00	0,00	0,95	0,84	0,66	3,50
Total	25,15	7,32	13,03	16,23	32,50	18,85	100,00

A – Amostra

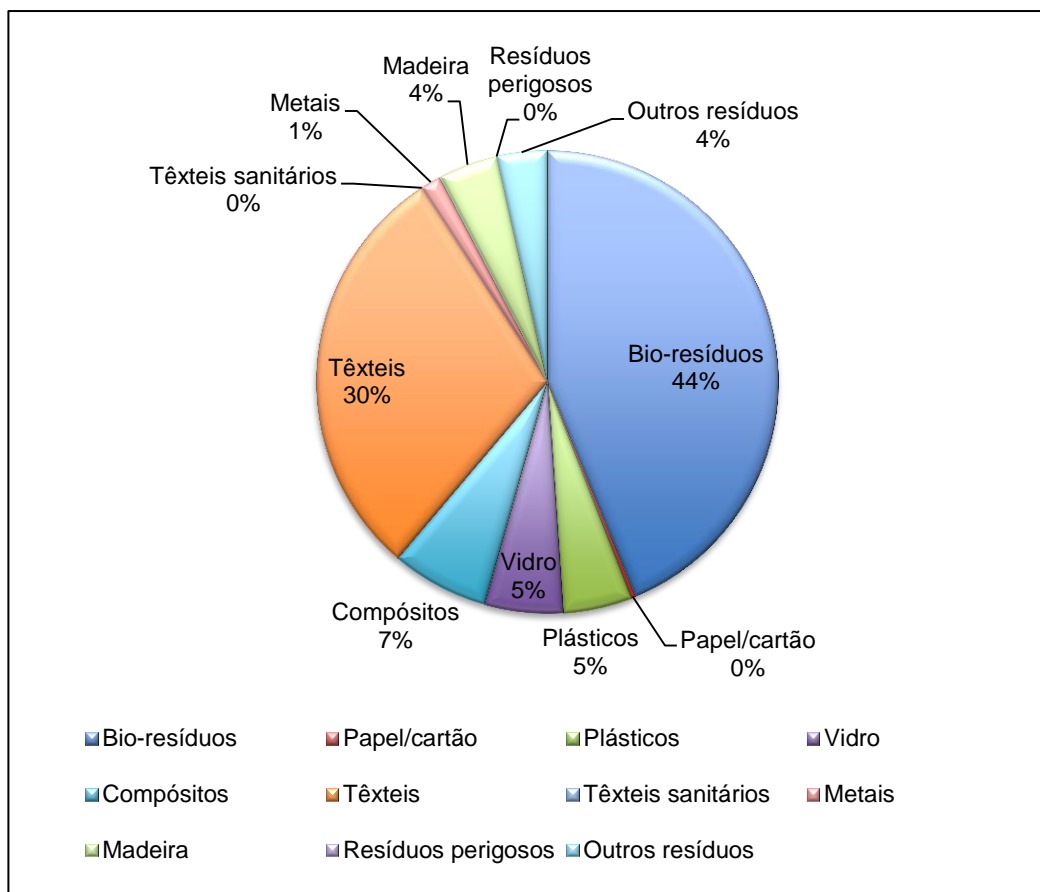


Figura 6.23. Composição física média dos volumosos

Na presente campanha os volumosos são, maioritariamente, constituídos por bio-resíduos e têxteis, representando aproximadamente 44% e 30%, respetivamente, do fluxo em análise. De seguida, os compósitos, o vidro, os plásticos, a madeira e os outros resíduos são respetivamente os mais representativos, apesar da grande diferença em relação às categorias predominantes. Os têxteis sanitários e os resíduos perigosos são nulos e o papel/cartão e os metais são pouco representativos.

✓ Caraterização física média dos RU

Por fim, da adição dos fluxos analisados resultou a caraterização física dos resíduos, observável na Tabela 6.32.

Tabela 6.32. Caraterização física média dos RU

<i>Categoria</i>	A1 (kg)	A2 (kg)	A3 (kg)	A4 (kg)	A5 (kg)	Média (kg)	Composição (%)
Bio-resíduos	120,30	129,90	113,03	107,02	106,06	115,26	32,07
Papel/cartão	48,81	51,16	47,41	39,04	45,40	46,36	12,90
Plásticos	35,24	47,64	41,86	35,31	41,65	40,34	11,22
Vidro	21,76	22,96	23,39	20,53	21,19	21,97	6,11
Compósitos	11,90	11,26	18,65	7,65	9,93	11,88	3,30

<i>Categoria</i>	A1 (kg)	A2 (kg)	A3 (kg)	A4 (kg)	A5 (kg)	Média (kg)	Composição (%)
Têxteis	10,43	10,04	26,81	13,50	26,60	17,48	4,86
Têxteis sanitários	18,89	35,08	18,14	16,22	13,23	20,31	5,65
Metais	8,22	7,04	7,51	7,03	7,04	7,37	2,05
Madeira	1,88	0,62	1,31	4,21	0,40	1,68	0,47
Resíduos perigosos	1,80	1,90	1,85	1,50	1,73	1,76	0,49
Outros resíduos	11,50	11,50	11,41	11,53	11,31	11,45	3,19
Finos (<20mm)	63,40	34,73	42,83	112,16	64,88	63,60	17,69
Total	354,14	363,85	354,20	375,70	349,42	359,46	100,00

A – Amostra

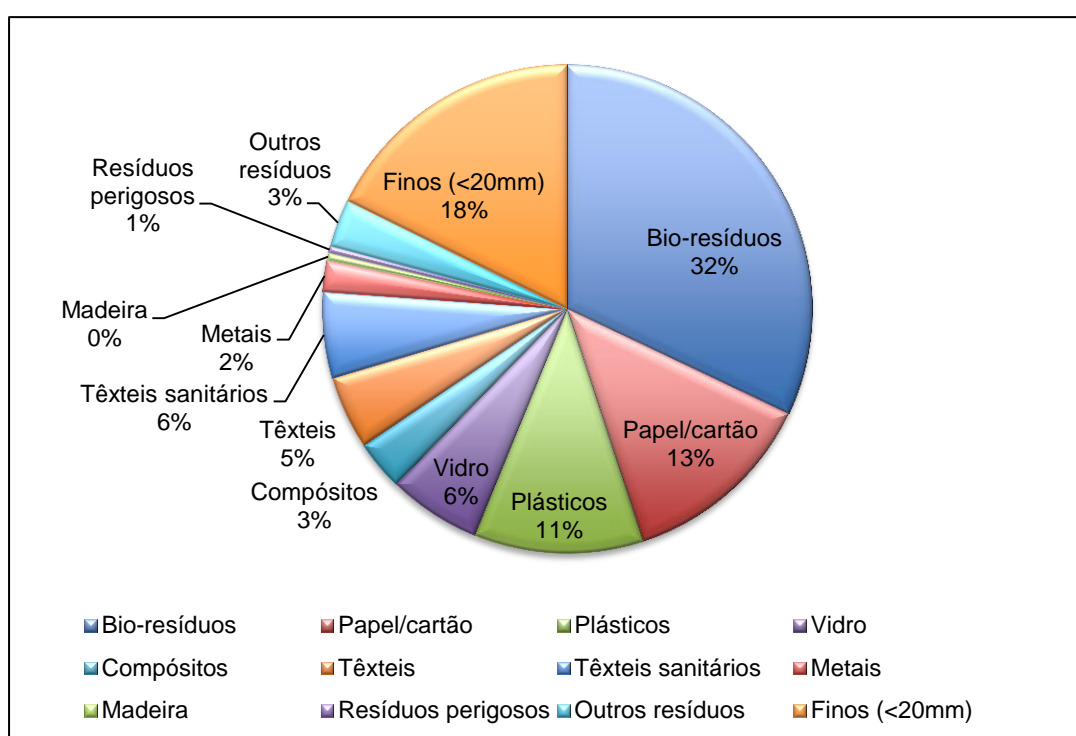


Figura 6.24. Caraterização física média dos RU

Os bio-resíduos, os finos, o papel/cartão e os plásticos são, novamente, as categorias dominantes comparativamente com a campanha anterior, no entanto, nesta campanha o papel/cartão domina em relação aos plásticos.

Em seguida surge o vidro a par com os têxteis sanitários e depois os têxteis, mas com a diferença apenas de cerca de 1%. Os compósitos e os outros resíduos apresentam percentagens semelhantes, tal como na campanha anterior.

Os metais, resíduos perigosos e a madeira são também as categorias menos predominantes, com representatividades semelhantes à primeira campanha.

6.2.3. Influência do comprimento do CDD

Um dos indicadores que pode influenciar a eficiência de um determinado equipamento tem a ver com o comprimento do mesmo. Assim, considerou-se importante estudar os fluxos obtidos após passagem no CDD caso este tivesse um comprimento superior, mais concretamente o dobro do tamanho do atualmente existente em Codessoso. Constituída a amostra a partir da mesma viatura utilizada para caracterização do dia 08/07/2015, obtiveram-se os fluxos presentes na Tabela 6.33, após a primeira passagem na linha de tratamento idealizada.

Tabela 6.33. Composição física dos fluxos de resíduos obtidos após passagem na amostra inicial na linha de processo

AMOSTRA INICIAL		
<i>Fluxo de resíduos</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Composição (%)</i>
Amostra entrada na linha	393,20	100,00
Volumosos	19,00	4,83
Fração > 80 mm	153,20	38,96
Fração < 80 mm	170,70	43,41
Perdas na linha	50,30	12,79
Total	342,90	87,21

Desta primeira passagem registou-se cerca de 13% de perdas, resultantes de perdas de material e de humidade. Na Tabela 6.34 estão presentes os resultados relativos à passagem da fração > 80 mm resultante da amostra inicial.

Tabela 6.34. Composição física dos fluxos obtidos após passagem da amostra fração > 80 mm na linha de processo

AMOSTRA FRAÇÃO > 80 MM			
<i>Fluxo de resíduos</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Composição (%)</i>	<i>Composição em relação à amostra total (%)</i>
Amostra entrada na linha	153,20	100,00	44,68
Fração > 80 mm	110,00	71,80	32,08
Fração < 80 mm	43,20	28,20	12,60
Perdas na linha	0,00	0,00	0,00
Total	153,20	100,00	44,68

Nesta passagem não se registaram perdas. Com um segundo crivo ou aumento de tamanho, é possível recuperar ainda cerca de 13% de resíduos com dimensões inferiores a 80 mm que poderão sofrer TB.

Relativamente ao fluxo fração < 80 mm obtiveram-se os resultados constantes da tabela seguinte.

Tabela 6.35. Composição física dos fluxos obtidos após passagem da amostra fração < 80 mm na linha de processo

AMOSTRA FRAÇÃO < 80 MM			
<i>Fluxo de resíduos</i>	Peso (kg)	Composição (%)	Composição em relação à amostra total (%)
Amostra entrada na linha	170,70	100,00	49,78
Fração > 80 mm	3,60	2,11	1,05
Fração < 80 mm	167,10	97,89	48,73
Perdas	0,00	0,00	0,00
Total	170,70	100,00	49,78

Nesta experiência não se registaram perdas e a quantidade de resíduos recuperados não é significativa, apenas cerca de 1%.

7. Análise e Discussão dos Resultados

O estudo da eficiência de equipamentos mecânicos é importante para otimizar o tratamento de resíduos, tendo em conta o objetivo final de cada linha de tratamento em que se incluem. A caracterização dos RU é fundamental para a escolha e dimensionamento dos equipamentos necessários, nomeadamente dos equipamentos de separação por tamanho dos resíduos. Tendo em conta os objetivos da presente dissertação, neste capítulo é descrita a análise e discussão dos resultados dos trabalhos realizados durante os meses de maio, junho e julho, para cada instalação. Assim, os resultados das duas campanhas realizadas em cada unidade de produção, são agregados e transformados na média anual extrapolada, de forma a que se possa fazer uma análise comparativa entre os crivos em discussão, ou seja, entre o *trommel* e o CDD, para se poder retirar desta comparação as vantagens e eficiências de cada um dos equipamentos, em situações de processo idênticas. Esta análise e respetivas conclusões podem, assim, servir de suporte à tomada de uma decisão quanto ao equipamento a colocar na linha de processo tendo em conta, evidentemente, qual o fluxo a separar que mais interessa. Paralelamente, e tendo presente a análise efetuada, também em função das eficiências identificadas pode-se assumir em propor a utilização destes equipamentos, em função dos objetivos, para outras funções, como por exemplo em estações de transferência, otimizando assim os fluxos de transporte e respetiva logística de viaturas. Neste contexto, e com base na conjugação dos resultados das duas campanhas realizadas, a análise para cada uma das unidades é a que se apresenta em seguida.

Para uma análise comparativa sucinta dos resultados que se retiram de todo o trabalho realizado em cada instalação (UPRA e UPCB), no início de cada parágrafo que em seguida se desenvolve apresenta-se a ANÁLISE relativa ao equipamento de cada instalação seguida da COMPARAÇÃO e discussão dos resultados obtidos.

7.1. Fluxos de resíduos originados após linha de processo

Análise UPRA – Considerando os resíduos após passagem na linha de processo da UPRA, verifica-se que pelos resultados presentes na Tabela 7.1 e Figura 7.1, os volumosos representam a menor parte dos RU, como já concluído nos resultados das campanhas individuais. Também se consolida o facto de o fluxo de resíduos cujas dimensões são inferiores a 80 mm ser dominante em relação aos resíduos > 80 mm, verificando-se uma diferença de aproximadamente 19%.

Tabela 7.1. Composição física média global dos fluxos de resíduos obtidos após linha de processo da UPRA

Fluxo de Resíduos	Média Amostras (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	128,77	36,67
Fração < 80 mm	194,99	55,53
Volumosos	27,40	7,80
Total	351,16	100,00

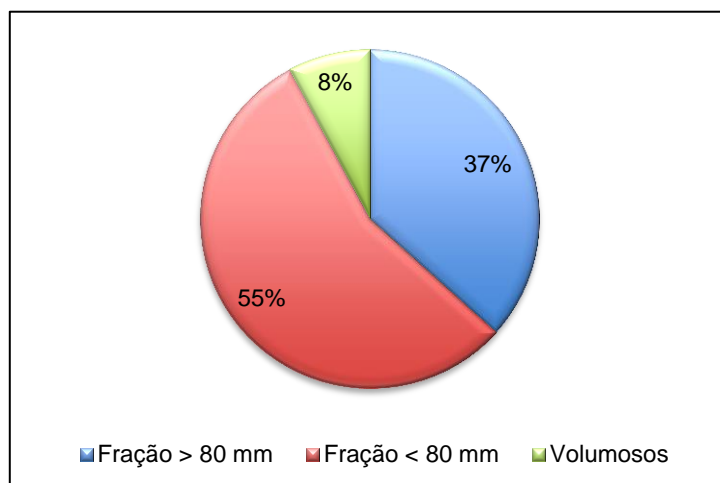


Figura 7.1. Composição física média global dos fluxos de resíduos obtidos após linha de processo da UPRA

Análise UPCB – Relativamente à passagem dos resíduos pela linha de processo da UPCB, pela análise da Tabela 7.2 e Figura 7.2, os volumosos evidenciaram-se, tal como esperado, como o fluxo menos representativo. Considerando os fluxos restantes, estes apresentam composição muito semelhante, não havendo uma distinção significativa entre eles.

Tabela 7.2. Composição física média global dos fluxos de resíduos obtidos após linha de processo da UPCB

Fluxo de Resíduos	Média Amostras (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	169,56	47,55
Fração < 80 mm	168,63	47,29
Volumosos	18,40	5,16
Total	356,59	100,00

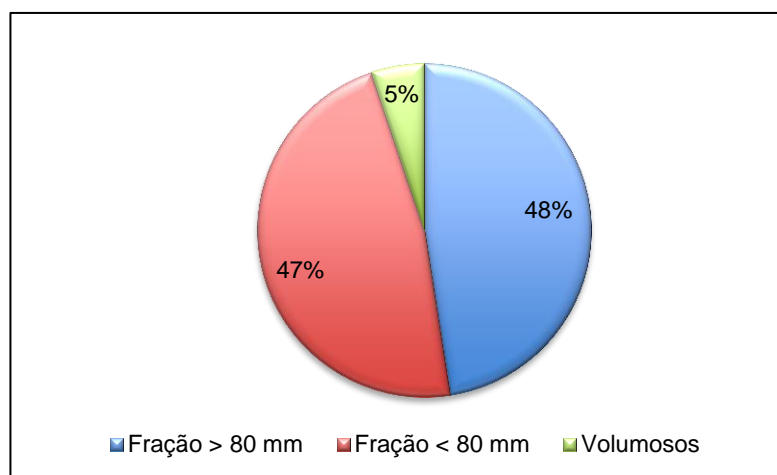


Figura 7.2. Composição física média global dos fluxos de resíduos obtidos após linha de processo da UPCB

Comparação – Os resultados obtidos permitem identificar uma menor quantidade de volumosos retirados na UPCB, comparativamente com a UPRA. Relativamente aos fluxos restantes, na UPCB existe uma distribuição mais homogênea.

7.2. Fluxos de resíduos originados após crivo

Análise UPRA – Analisando agora os resíduos que passam no crivo, no caso da UPRA, o *trommel*, verifica-se pela Tabela 7.3 e Figura 7.3, que a fração > 80 mm é menor que a fração < 80 mm. Esta diferença de cerca de 20% e, portanto, com significância, permite assumir que a fração dominante, ou seja, a < 80 mm, indica uma maior quantidade de resíduos orgânicos obtidos após passagem no equipamento de separação.

Tabela 7.3. Composição física média global dos fluxos de resíduos após passagem no *trommel*

Fluxo de Resíduos	Média Amostras (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	128,77	39,77
Fração < 80 mm	194,99	60,23
Total	323,76	100,00

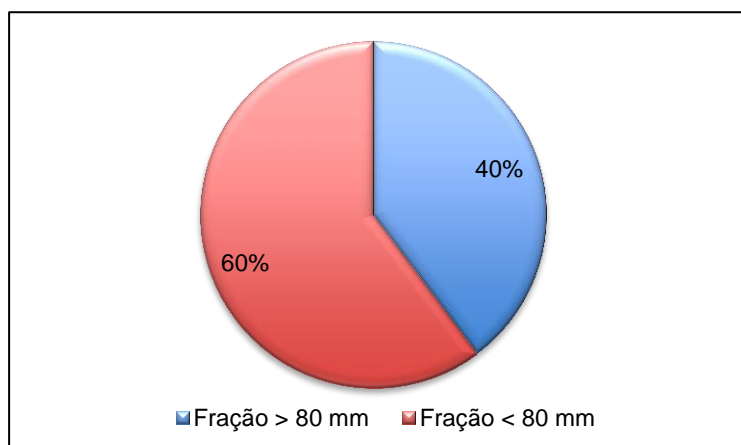


Figura 7.3. Composição física média global dos fluxos de resíduos obtidos após passagem *trommel*

Análise UPCB – Quando se trata do CDD, a distinção entre a composição dos fluxos é quase nula, como visível na Tabela 7.4 e Figura 7.4, não sendo possível admitir a dominância de nenhuma das frações em questão.

Tabela 7.4. Composição física média global dos fluxos de resíduos obtidos após passagem no CDD

Fluxo de Resíduos	Média Amostras (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	169,56	50,14
Fração < 80 mm	168,63	49,86
Total	338,19	100,00

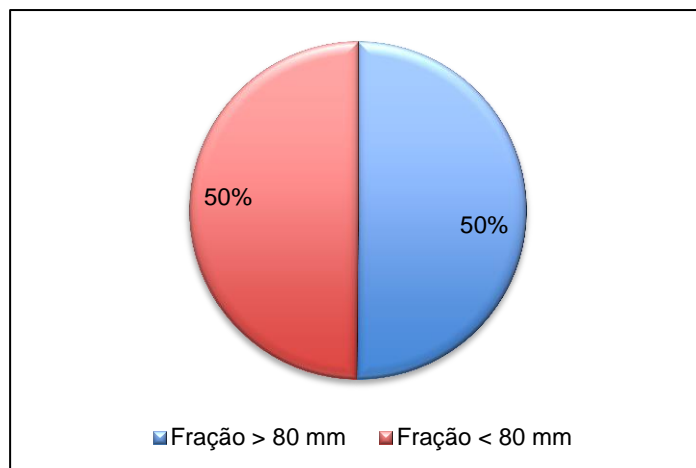


Figura 7.4. Composição física média global dos fluxos de resíduos obtidos após passagem CDD

Comparação – Ao contrário do *trommel* da UPRA, que permitiu a obtenção de uma maior quantidade de resíduos com dimensões inferiores a 80 mm, verifica-se que no CDD da UPCB a composição dos fluxos originados após a passagem dos resíduos pelo equipamento em questão, é homogênea, não havendo a dominância de uma fração individual.

Esta diferença entre os equipamentos, poderá significar que através do CDD é possível obter maior quantidade de recicláveis, ao contrário do *trommel* que permite a obtenção de uma maior quantidade de orgânicos.

7.3. Fluxo da fração > 80 mm

Considerando o fluxo > 80 mm obtido após passagem no *trommel*, a composição física do mesmo é exibida na Tabela 7.5 e Figura 7.5.

Tabela 7.5. Composição física média global do fluxo da fração > 80 mm resultante na UPRA

Categoria	Média Amostras (kg)	Composição (%)
Bio-resíduos	10,33	8,03
Papel/cartão	27,93	21,71
Plásticos	30,63	23,80
Vidro	0,18	0,14
Compósitos	3,60	2,80
Têxteis	12,98	10,09
Têxteis sanitários	14,71	11,43
Metais	4,33	3,36
Madeira	0,77	0,60
Resíduos perigosos	0,05	0,04
Outros resíduos	3,34	2,60
< 80 mm	19,84	15,42
Total	128,67	100,00

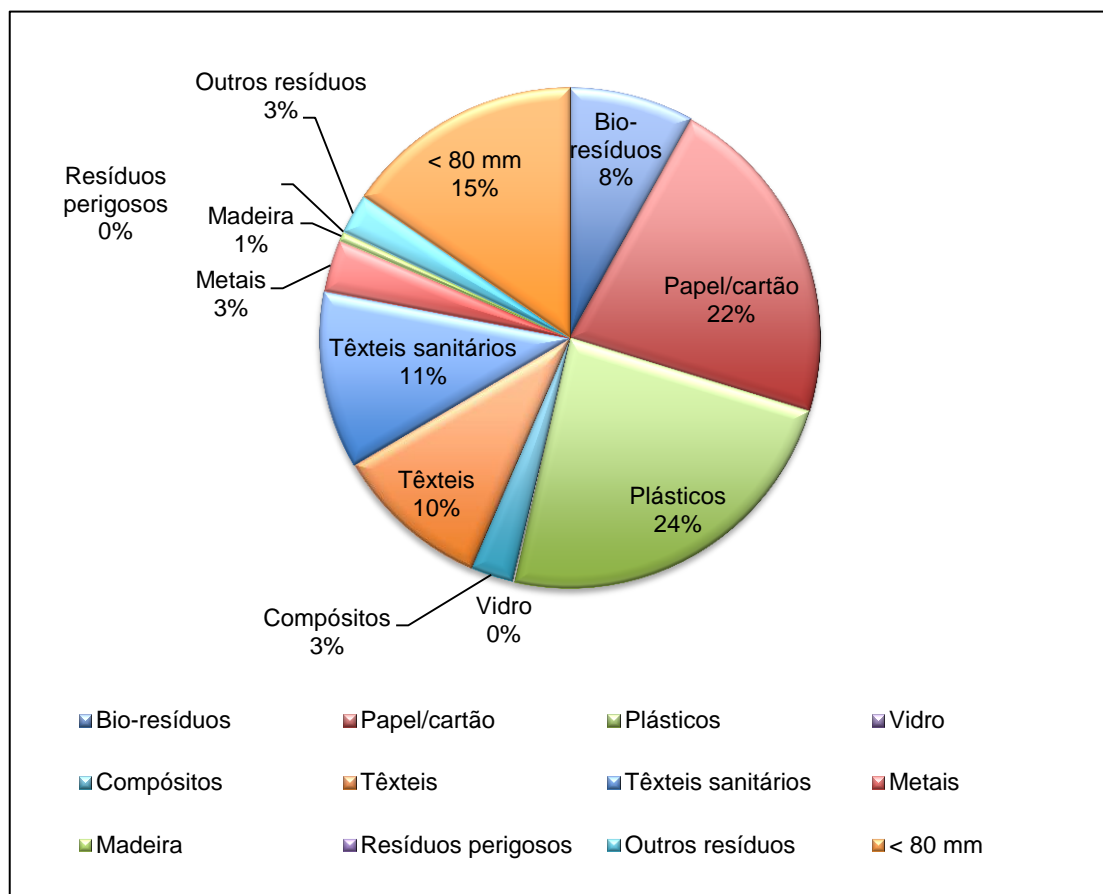


Figura 7.5. Composição física média global do fluxo da fração > 80 mm resultante na UPRA

Análise UPRA – O papel/cartão e os plásticos com composições semelhantes são os predominantes do fluxo em análise. Em seguida, a categoria < 80 mm, os têxteis sanitários, os têxteis e os bio-resíduos, respectivamente, são os mais representativos.

Os metais, compósitos e outros resíduos surgem com composições semelhantes, embora pouco representativas. A madeira, o vidro e os resíduos perigosos são pouco significativos.

Nas Tabela 7.6 e Figura 7.6 é possível identificar a composição física do mesmo fluxo > 80 mm originado após a passagem no CDD.

Tabela 7.6. Composição física média global do fluxo da fração > 80 mm resultante na UPCA

Categoria	Média Amostras (kg)	Composição (%)
Bio-resíduos	14,33	8,46
Papel/cartão	32,12	18,96
Plásticos	34,93	20,62
Vidro	0,45	0,26
Compósitos	6,21	3,67
Têxteis	9,97	5,89
Têxteis sanitários	23,89	14,11
Metais	4,40	2,60
Madeira	0,71	0,42

Categoria	Média Amostras (kg)	Composição (%)
Resíduos perigosos	0,03	0,02
Outros resíduos	3,94	2,32
< 80 mm	38,41	22,68
Total	169,39	100,00

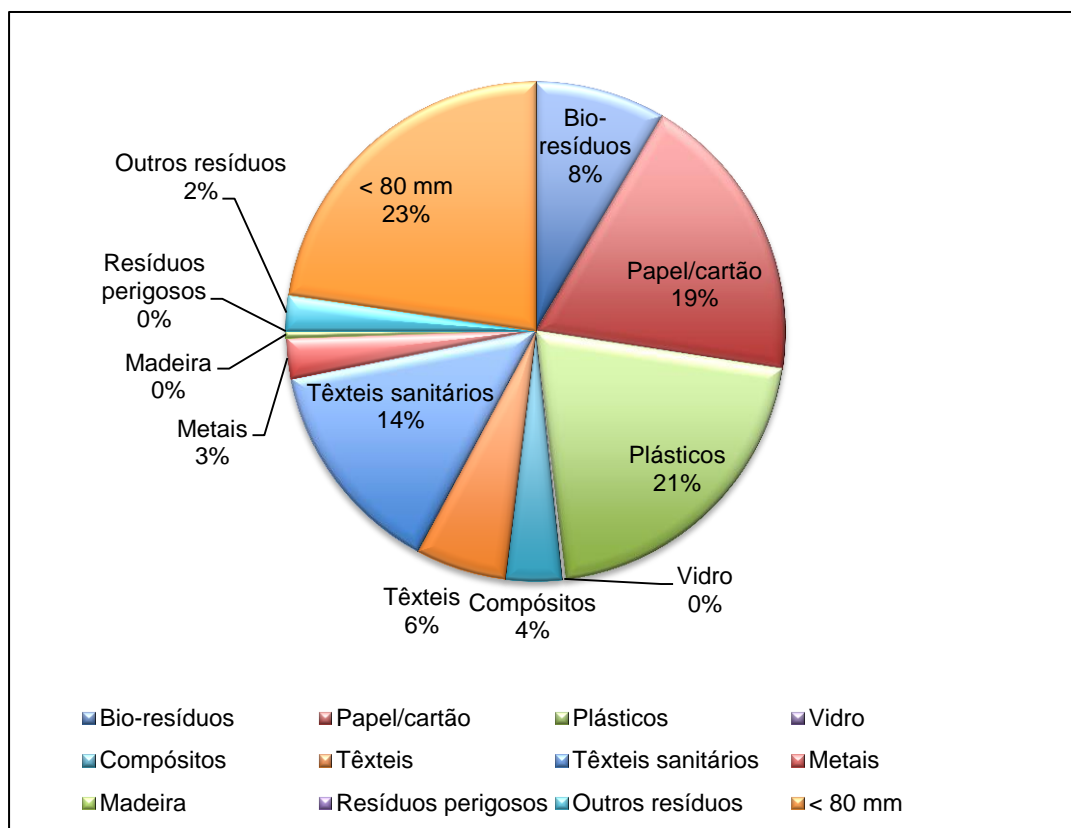


Figura 7.6. Composição física média global do fluxo da fração > 80 mm resultante na UPCB

Análise UPCB – A categoria < 80 mm é a mais representativa de todas, representando cerca de 23% dos resíduos. Em seguida, os plásticos, o papel/cartão e os têxteis sanitários, respectivamente são as categorias mais predominantes. Os bio-resíduos, têxteis, compósitos, metais e outros resíduos, surgem por ordem decrescente de representatividade. As restantes categorias, ou seja, a madeira, o vidro e os resíduos perigosos são pouco significativas.

Comparação – Comparando o fluxo da fração > 80 mm obtido após a passagem no *trommel*, com o obtido após passagem no CDD, e tendo em conta as duas campanhas efetuadas em cada instalação, constata-se que em ambos, as categorias madeira, vidro e resíduos perigosos são pouco significativas e os bio-resíduos apresentam idêntica representatividade. O papel/cartão e os plásticos em ambas as unidades de produção diferem apenas em 2%, embora na UPCB apresentem valores ligeiramente superiores.

A categoria < 80 mm é mais representativa na UPCB do que na UPRA, e os compósitos e outros resíduos apresentam composições idênticas, diferindo entre as unidades de produção em apenas 1%. Tanto na UPRA como na UPCB os têxteis sanitários apresentam maior

percentagem em relação aos têxteis, sendo que na UPRA a diferença é apenas de 1% ao contrário da UPCB que apresenta 8%. Na UPRA a percentagem de têxteis é superior à da UPCB, verificando-se o contrário relativamente aos têxteis sanitários.

Comparação Entre a Categoria < 80 mm da Fração > 80 mm

Tendo em conta a importância da análise da categoria < 80 mm da fração > 80 mm, uma vez que permite determinar a percentagem de resíduos com dimensões inferiores a 80 mm que deveriam ter passado pelos orifícios de ambos os crivos, é essencial uma comparação entre a mesma categoria do mesmo fluxo referente às diferentes instalações. Em conformidade com as Tabela 7.5 e Tabela 7.6, a categoria em questão resultante na UPCB é superior em cerca de 8% de resíduos em relação à UPRA. Na amostra global, isto significa que 11% dos resíduos separados na UPCB foram para a fração errada contra apenas os 6% da UPRA.

Recicláveis

Comparação – Relativamente aos recicláveis presentes no fluxo em análise, representados pelas categorias de papel/cartão, plásticos, vidro, compósitos e metais, é visível na Tabela 7.7 que o fluxo obtido após o *trommel* possui mais material reciclável que o fluxo obtido no CDD.

Tabela 7.7. Composição física média global dos materiais recicláveis e não recicláveis obtidos na UPRA e na UPCB

Material	UPRA		UPCB	
	Peso (kg)	Composição (%)	Peso (kg)	Composição (%)
Reciclável	66,66	51,81	78,11	46,11
Não Reciclável	62,01	48,19	91,29	53,89
Total	128,67	100,00	169,39	100,00

No entanto, se consideramos a composição dos recicláveis relativamente à amostra total, o fluxo obtido no CDD representa cerca de 22% de recicláveis, superiores aos 19% do fluxo do *trommel*. Considerando o material não reciclável relativamente à amostra total, cerca de 18% diz respeito ao fluxo após *trommel* e 26% ao fluxo após CDD.

7.4. Fluxo da fração < 80 mm

Análise UPRA – Em análise à fração < 80 mm resultante da separação preconizada no *trommel*, pela Tabela 7.8 e Figura 7.7 constata-se a dominância da categoria > 20 mm e, logo em seguida, da categoria dos finos. Como espectável os materiais recicláveis são em menor quantidade.

Tabela 7.8. Composição física média global do fluxo da fração < 80 mm resultante na UPRA

Categoria	Média Amostras (kg)	Composição (%)
Plásticos	3,27	1,68

Categoria	Média Amostras (kg)	Composição (%)
Vidro	3,71	1,90
Compósitos	0,54	0,28
Metais	1,37	0,70
Finos (<20mm)	68,13	34,97
> 20 mm	117,83	60,47
Total	194,84	100,00

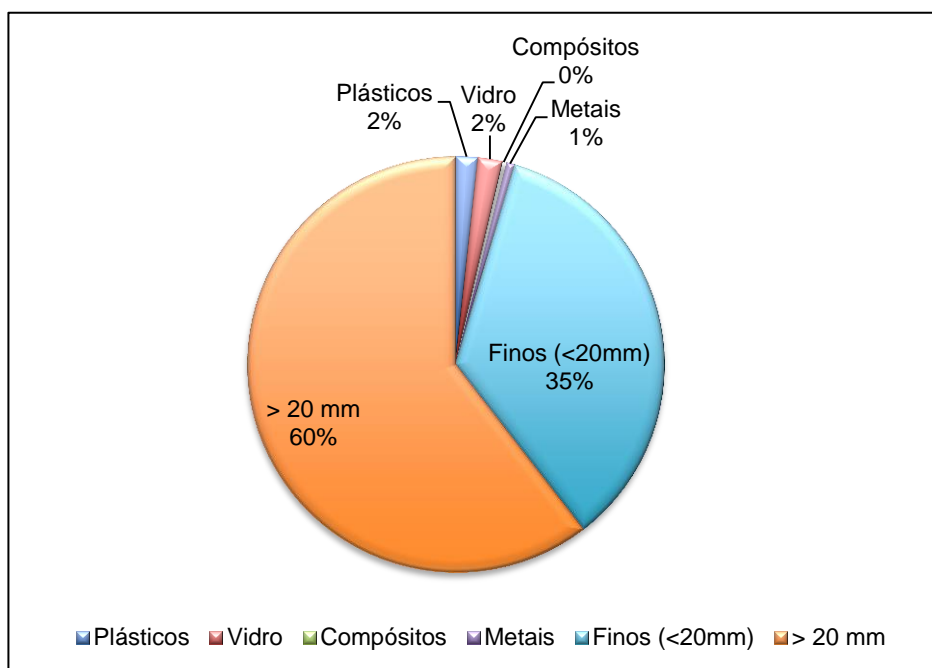


Figura 7.7. Composição física média global do fluxo da fração < 80 mm resultante na UPRA

Análise UPCB – Da fração < 80 mm obtida após o CDD, a categoria > 20 mm é a mais representativa, seguida dos finos como verificado na Tabela 7.9 e Figura 7.8. Novamente, os recicláveis constituem uma pequena percentagem da fração em análise. De uma forma geral, a representatividade das várias categorias características da fração < 80 mm é semelhante à obtida após o *trommel*.

Tabela 7.9. Composição física média global do fluxo da fração < 80 mm resultante na UPCB

Categoria	Média Amostras (kg)	Composição (%)
Plásticos	5,07	3,01
Vidro	3,89	2,31
Compósitos	0,73	0,44
Metais	2,82	1,67
Finos (<20mm)	57,52	34,15
> 20 mm	98,41	58,42
Total	168,46	100,00

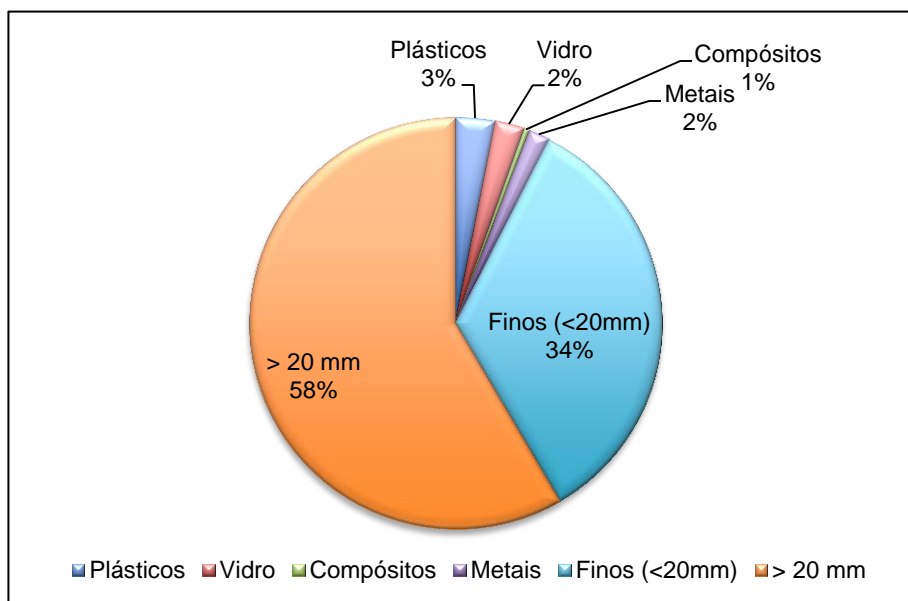


Figura 7.8. Composição física média global do fluxo da fração < 80 mm resultante na UPCB

Comparação – Em ambos os casos, as categorias > 20 mm e os finos são as mais representativas e com composições bastante semelhantes. O vidro apresenta a mesma percentagem na fração < 80 mm sendo que as restantes categorias relativas à UPCB apresentam o aumento de 1% em relação à UPRA, mas com representatividades pouco significativas. Estas categorias com pouca representatividade dizem respeito os recicláveis comparados de seguida.

Recicláveis

Considerando a composição dos recicláveis triados na fração < 80 mm, representados pelas categorias plásticos, vidro, compósitos e metais, característica da UPRA com a da UPCB, em conformidade com a Tabela 7.10, verifica-se a presença deste tipo de material em ambas as unidades de produção.

Tabela 7.10. Composição física média global dos materiais recicláveis e não recicláveis presentes na fração < 80 mm obtida na UPRA e na UPCB

Material	UPRA		UPCB	
	Peso (kg)	Composição (%)	Peso (kg)	Composição (%)
Reciclável	8,89	4,56	12,52	7,43
Não Reciclável	185,95	95,44	155,94	92,57
Total	194,84	100,00	168,46	100,00

Comparação – Apesar de na UPRA a fração < 80 mm resultante após passagem no *trommel* conter materiais passíveis de valorização material, estes apresentam-se em maior quantidade na fração obtida no CDD. Analisando a percentagem destes materiais na amostra global, cerca de 3% não são recuperáveis na UPRA contra os 4% da UPCB, sendo

a diferença entre ambas pouco significativa. Considerando a fração não reciclável relativamente à amostra global, 53% corresponde aos resíduos da UPRA e 44% da UPCB.

7.5. Fluxo dos volumosos

Os volumosos retirados da linha de processo característica da UPRA são caracterizados na Tabela 7.11 e Figura 7.9.

Tabela 7.11. Composição física média global do fluxo dos volumosos resultante na UPRA

Categoria	Média Amostras (kg)	Composição (%)
Bio-resíduos	3,64	13,28
Papel/cartão	0,57	2,06
Plásticos	1,39	5,07
Vidro	0,11	0,41
Compósitos	0,78	2,84
Têxteis	18,62	68,00
Têxteis sanitários	0,48	1,74
Metais	0,33	1,22
Madeira	0,11	0,41
Resíduos perigosos	0,00	0,00
Outros resíduos	1,36	4,97
Total	27,38	100,00

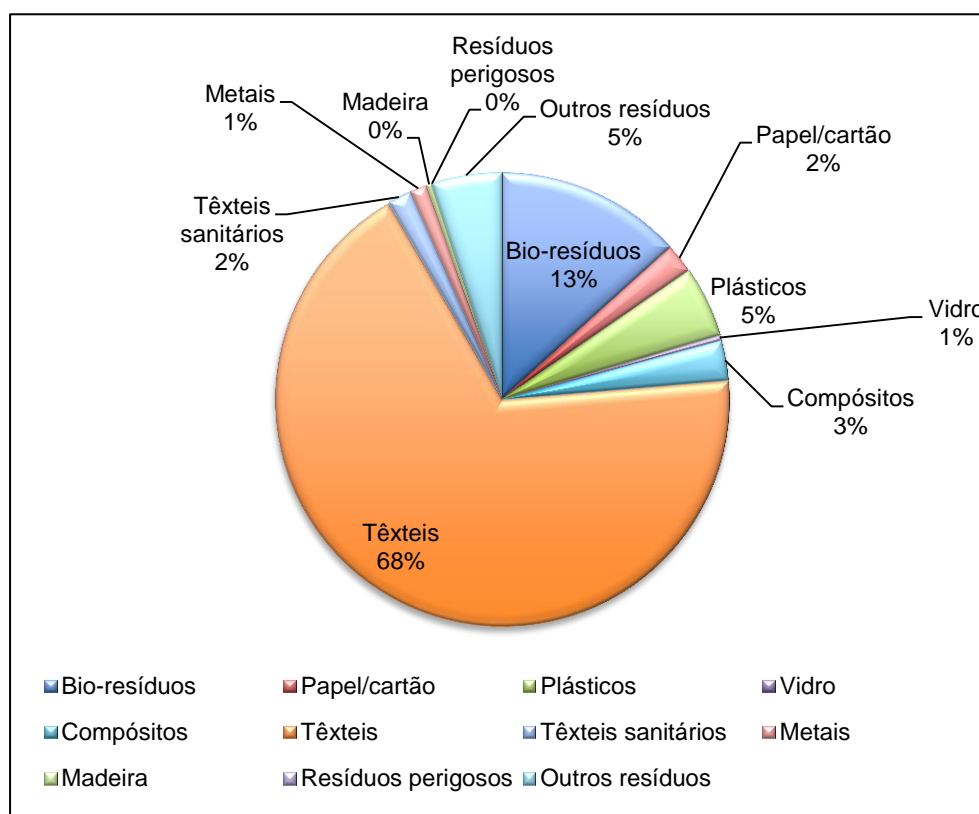


Figura 7.9. Composição física média dos volumosos resultantes na UPRA

Análise UPRA – Os têxteis são sem duvida a categoria dominante do fluxo dos volumosos na UPRA. Os bio-resíduos também possuem uma certa representatividade mas bastante menor que os têxteis. Todas as restantes categorias são pouco representativas, havendo algumas mesmo pouco significativas e até mesmo nulas como os resíduos perigosos.

Da combinação das campanhas da UPCB, relativamente aos volumosos, resultou a composição física apresentada nas Tabela 7.12 e Figura 7.10.

Tabela 7.12. Composição física média global do fluxo dos volumosos resultante na UPCB

Categoria	Média Amostras (kg)	Composição (%)
Bio-resíduos	6,09	33,13
Papel/cartão	0,23	1,24
Plásticos	1,19	6,45
Vidro	0,72	3,91
Compósitos	1,01	5,52
Têxteis	6,34	34,51
Têxteis sanitários	0,00	0,00
Metais	0,17	0,92
Madeira	0,63	3,42
Resíduos perigosos	0,55	3,00
Outros resíduos	1,45	7,91
Total	18,38	100,00

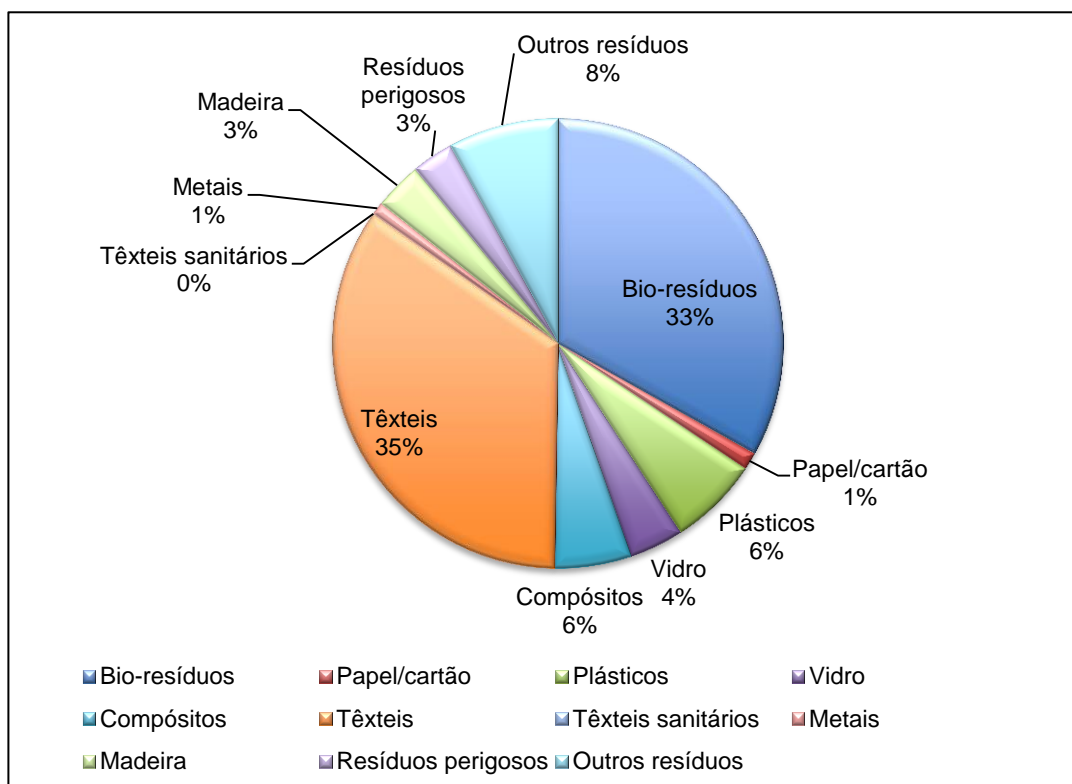


Figura 7.10. Composição física média global do fluxo dos volumosos resultante na UPCB

Análise UPCB – Neste caso, tanto os têxteis como os bio-resíduos são as categorias mais representativas, com uma diferença de aproximadamente 2% com os têxteis a dominar.

Em conjunto, estas categorias representam cerca de 68% do fluxo em análise. Os metais e papel/cartão revelam-se pouco significativos e os têxteis sanitários nulos. As categorias remanescentes são pouco representativas.

Comparação – Da combinação das campanhas da UPRA resultaram os têxteis como a categoria dominante, enquanto na UPCB além desta categoria, resultaram também os bio-resíduos. Ainda assim, na UPRA os bio-resíduos são a segunda categoria mais representativa.

As categorias remanescentes são pouco representativas, apresentando diferentes composições em ambas as unidades de produção. Em seguida são apresentadas as caraterizações físicas médias globais dos RU da UPRA e UPCB.

7.6. Caraterizações físicas médias globais dos RU

A combinação das duas campanhas realizadas na UPRA deu origem à caraterização física média dos RU apresentada na Tabela 7.13 e Figura 7.11, estando os resultados tratados estaticamente apresentados no Anexo D.

Tabela 7.13. Caraterização física média global dos RU da UPRA

Categoria	Média Amostras (kg)	Composição (%)
Bio-resíduos	106,37	30,31
Papel/cartão	41,40	11,80
Plásticos	37,60	10,71
Vidro	16,97	4,84
Compósitos	11,27	3,21
Têxteis	32,12	9,15
Têxteis sanitários	17,66	5,03
Metais	6,11	1,74
Madeira	1,09	0,31
Resíduos perigosos	1,40	0,40
Outros resíduos	10,77	3,07
Finos (<20mm)	68,13	19,42
Total	350,89	100,00

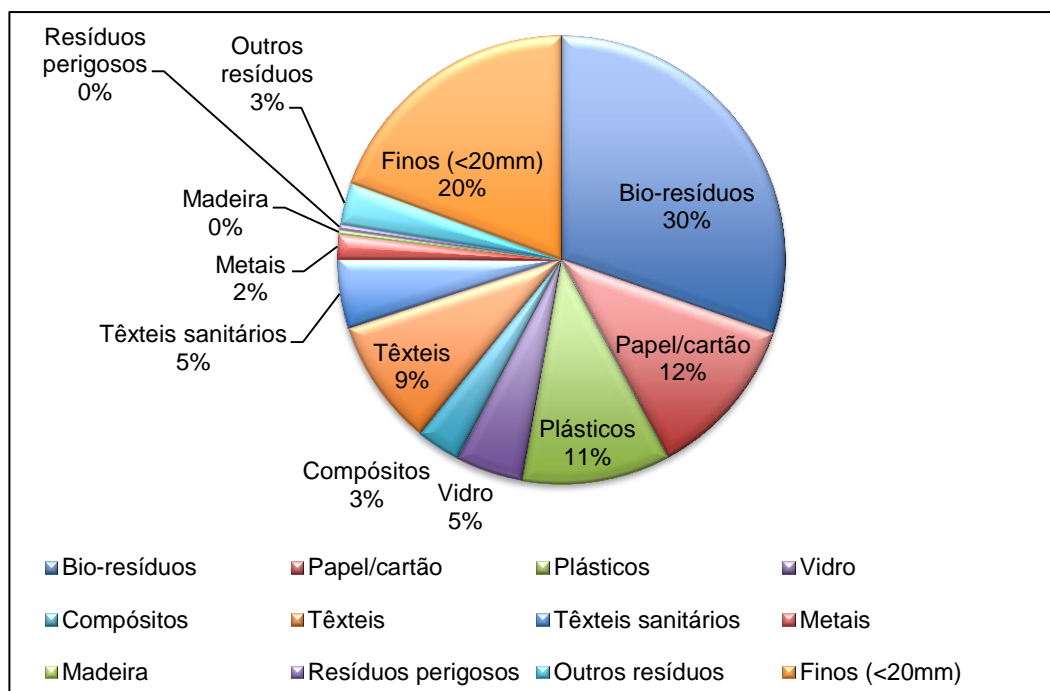


Figura 7.11. Caracterização física média global dos RU da UPRA

Análise UPRA – Os bio-resíduos, seguidos dos fios, papel/cartão e plásticos são as categorias mais representativas. Os têxteis, têxteis sanitários, vidro, compósitos, outros resíduos, e metais são, respetivamente, as categorias menos representativas, sendo que os resíduos perigosos e a madeira revelam-se insignificantes.

Quanto à UPCB, a caracterização física média dos RU é a presente na Tabela 7.14 e Figura 7.12.

Tabela 7.14. Caracterização física média global dos RU da UPCB

Categoria	Média Amostras (kg)	Composição (%)
Bio-resíduos	108,51	30,46
Papel/cartão	45,14	12,67
Plásticos	43,52	12,22
Vidro	19,02	5,34
Compósitos	12,68	3,56
Têxteis	19,47	5,47
Têxteis sanitários	27,01	7,58
Metais	7,49	2,10
Madeira	1,52	0,43
Resíduos perigosos	1,82	0,51
Outros resíduos	12,54	3,52
Fios (<20mm)	57,52	16,15
Total	356,24	100,00

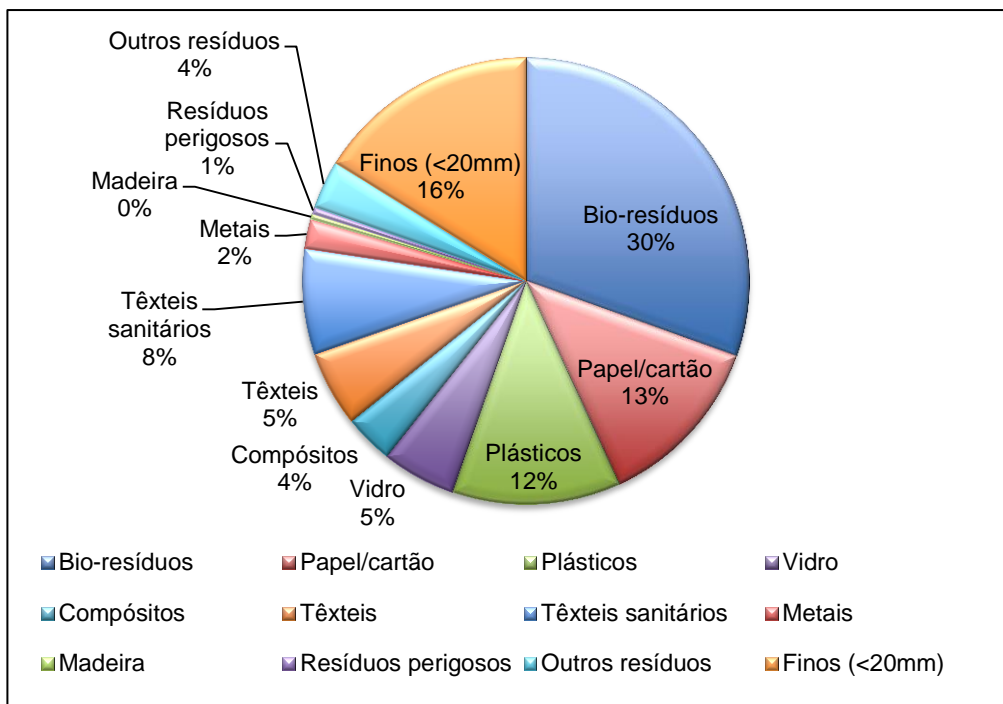


Figura 7.12. Caracterização física média global dos RU da UPCA

Análise UPCA – Os bio-resíduos, finos, papel/cartão e os plásticos são pela ordem apresentada, as categorias mais representativas da caracterização. Em seguida, surgem os têxteis sanitários, têxteis, vidro, compósitos, outros resíduos e metais apresentando composições menos predominantes. Os resíduos perigosos e a madeira são as categorias menos significantes.

Comparação – De uma forma geral, as caracterizações dos RU da UPCA e da UPCA, representadas na Tabela 7.13 e na Tabela 7.14, respetivamente, não diferem muito uma da outra notando-se que as categorias mais e menos representativas são coincidentes em ambas as caracterizações, havendo apenas a exceção dos têxteis e têxteis sanitários que invertem a sua representatividade.

O conhecimento da eficiência de equipamentos de separação de RU, nomeadamente de separação granulométrica, é importante para tomar decisões, tendo em conta o objetivo para qual se quer dimensionar uma linha de tratamento.

A metodologia adotada neste estudo para a comparação dos crivos, o *trommel* e o CDD, relevou-se sólida, uma vez que permitiu obter resultados reais e consistentes, apesar da diferença pouco significativa entre os equipamentos em termos de separação dos materiais.

Inicialmente, verifica-se uma maior remoção de volumosos da linha de processo da UPCA, apesar de a diferença em relação à UPCA ser mínima (apenas 3%). Relativamente à fração > 80 mm retirada em ambos os crivos, a fração obtida no CDD é superior à do *trommel* logo, a possibilidade de retirar mais recicláveis é maior após passagem dos RU no CDD, como demonstrado nos resultados supra apresentados.

No entanto, a quantidade de resíduos que deveriam ter passado pelos orifícios do CDD é superior em cerca de 8% comparativamente com o *trommel*.

Assim, devido ao facto de terem permanecido mais resíduos com dimensões inferiores a 80 mm na fração > 80 mm no CDD, conclui-se que, em termos de separação efetiva, o *trommel* é o equipamento mais eficiente.

Já a fração < 80 mm é maior após passagem dos RU pelo *trommel*, o que aumenta a possibilidade de obtenção de maior quantidade de matéria orgânica sujeita a valorização.

Além desta fração ser superior relativamente ao CDD, a quantidade de recicláveis na fração menor 80 mm é insignificativamente inferior à fração obtida após o CDD.

A experiência realizada para determinar a influência do comprimento do CDD, permitiu concluir que, com um segundo crivo ou apenas um crivo com o dobro do tamanho em análise, era possível recuperar mais cerca de 13% de resíduos com dimensões inferiores a 80 mm para os orgânicos.

8. Conclusões

Considerando tudo o exposto anteriormente, e tendo em conta as metas de reciclagem de embalagens e de desvio de RUB de aterro aplicadas no PERSU 2020, conclui-se que:

- ✓ ambos os equipamentos promovem uma separação eficaz sendo contudo importante a sua localização na linha de processo devido aos atravancamentos.

Em termos de contribuição para estas metas:

- ✓ o *trommel* revela maior eficácia na separação da fração correspondente à obtenção de matéria orgânica, e,
- ✓ o CDD é o equipamento de separação que responde com melhor eficácia na separação e obtenção dos materiais recicláveis.

No entanto;

- ✓ a diferença em termos de percentagens apuradas é reduzida,
- ✓ a opção ou decisão tem de estar suportada no investimento associado e,
- ✓ em termos da fração que se pretende separar, qual a solução que se pretende implementar e qual o objetivo pretendido, por exemplo; numa estação de transferência se pretender desde logo retirar os recicláveis, e enviar apenas a matéria remanescente para aterro ou TMB, otimizando a logística de transporte.

Por último saliente-se que as caraterizações físicas de RU indiferenciados em ambas as unidades de produção revelam estar em concordância com a caraterização física de base, a caraterização de 2013 da RESINORTE.

Nas Tabela 8.1 e Tabela 8.2 apresenta-se a relação das vantagens e desvantagens que se conclui sobre cada um dos equipamentos, podendo servir de suporte a uma ponderação para decisão.

Tabela 8.1. **CRIVO GRANULOMÉTRICO ROTATIVO (*Trommel*)**

Equipamento	Vantagens	Desvantagens
<i>Trommel</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Maior eficácia na separação do fluxo da matéria orgânica 	<ul style="list-style-type: none"> - Investimento superior ao CDD; - Maior atravancamento e maior necessidade de área; - Frequência de Limpeza superior; - Maior nº de funcionários para a limpeza (necessário dois operários a um máximo de 4 horas); - Dificuldade e cuidados acrescidos para os funcionários na limpeza e/ou substituição das facas corta sacos inseridas no seu interior; - Aumento significativo da humidade dos resíduos provocado pelo contato entre eles aquando do movimento de rotação do crivo; - Nível de manutenção superior; - Necessidade de maior nº de peças de reserva em stock, aconselhável para evitar paragens; - Constituição mais complexa ao nível dos elementos e motores associados; - Paragens frequentes; - Possui uma maior envergadura e peso.

Tabela 8.2. **CRIVO DE DISCOS DINÂMICOS (CDD)**

Equipamento	Vantagens	Desvantagens
CDD	<ul style="list-style-type: none"> • Menor Investimento; • Menor necessidade de atravancamento; • Mais ajustável na linha de processo; • Maior eficácia na separação de materiais recicláveis; • Ocupa menor área; • Limpeza simples (necessário apenas dois operários no máximo de uma hora); • Promove um menor contacto dos resíduos de embalagens, diminuindo inclusive a humidade destes; • Promove uma maior separação dos finos agarrados aos recicláveis devido ao movimento “saltitante”; • Reduzida necessidade de peças a ter em stock. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor eficácia na separação do fluxo da matéria orgânica

Tendo em conta as características apresentadas na tabela anterior, elaborou-se uma matriz comparativa com base nos indicadores considerados mais relevantes.

Atribuiu-se uma ponderação numa escala qualitativa de 0 a 5 a cada um dos equipamentos de separação granulométrica, conforme se pode observar na Tabela 8.3.

Tabela 8.3. Matriz comparativa

Caraterística	<i>Trommel</i>	CDD
Investimento	+++	+++++
Energia	++++	++++
Manutenção	++	++++
Limpeza	++	++++
Atravancamento	+++	+++++
Eficiência nas separação das frações	++++ (MO)	++++ (REC.)
Humidade nos resíduos	+++	++++

+ - mau, ++ - suficiente, +++ - médio, ++++ - bom, +++++ - muito bom

MO- matéria orgânica; REC - recicláveis

8.1. Limitações do estudo

Uma das limitações para o desenvolvimento deste estudo foi o facto de a presente dissertação ser o primeiro estudo deste género, uma vez que o CDD utilizado nesta comparação, foi o primeiro crivo de discos instalado, para separação de RU, em Portugal.

A necessidade de fazer paragens no trabalho diário nas linhas de TMB e TM, na UPRA e na UPCB (apesar da disponibilidade que sempre foi manifestada pelos responsáveis da RESINORTE na ajuda a este trabalho mesmo tendo que provocar a ausência de operários nos seus postos de trabalho habituais), bem como o fator tempo para a elaboração da dissertação, foram condicionantes na realização de um maior número de amostras para cada campanha em cada instalação.

A determinação da humidade dos resíduos era outro fator importante para análise, no entanto, a falta de equipamento não permitiu obter dados reais deste parâmetro.

Por último, o facto de não ser possível analisar o consumo de energia em cada um dos equipamentos a funcionar na linha de tratamento em que cada um se encontra, devido a estarem vários equipamentos associados ao mesmo quadro de energia, constituiu uma limitação para este estudo, uma vez que não foi possível determinar a energia real gasta por cada crivo em funcionamento.

8.2. Trabalhos futuros

Como recomendações para futuros estudos, no sentido de otimizar a metodologia de comparação dos equipamentos em questão, sugere-se;

- ✓ a realização de um maior número de amostras por campanha, e que,
- ✓ as campanhas sejam realizadas durante períodos mais espaçados, para se analisar melhor a variação dos tipos de resíduos recolhidos em estações do ano mais heterogéneas;
- ✓ A determinação da humidade dos RU antes e após a sua passagem nos crivos, pode ser um factor considerável, dado que quanto menor a humidade melhor a qualidade dos resíduos recicláveis ou enviados para preparação de CDR. Assim, este cálculo permite conhecer, com resultados reais, qual o equipamento que promove o aumento da humidade dos resíduos, facto que ocorre devido ao contacto a que estão sujeitos em cada um deles.

O tempo que cada amostra demora a passar nos equipamentos em análise é também um fator que pode ser melhorado, de forma a obter dados reais de tempo, que permitam concluir qual o equipamento que promove a separação de RU num período de tempo mais curto. Além desta conclusão que se pode retirar, este parâmetro permite ainda determinar a energia consumida para a mesma quantidade de resíduos que passa nos respetivos crivos.

9. Referências Bibliográficas

Angelidaki, I. & Batstone, D. J. (2011). Anaerobic Digestion: Process. *In*: Thomas H. Christensen (Ed.) *Solid Waste Technology & Management*. Blackwell Publishing, United Kingdom, 2, 583-600.

APA (2011). *Caracterização física*. Agência Portuguesa do Ambiente. <http://www.apambiente.pt/> (consultado em 22 de abril de 2015).

APA (2014). *Relatório Anual Resíduos Urbanos 2013*. Agência Portuguesa do Ambiente. <http://www.apambiente.pt/> (consultado em 15 de abril de 2015).

APA (2015). *Sistemas de Gestão e Infraestruturas*. Agência Portuguesa do Ambiente. <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=84&sub2ref=933&sub3ref=934> (consultado a 10 de agosto de 2015).

Arcadis & Eunomia (2009). *Final Report Assessment of the Options to Improve the Management of Bio-waste in the European Union Annex E: Approach to estimating costs*. http://ec.europa.eu/environment/waste/compost/pdf/ia_biowaste%20-%20ANNEX%20E%20-%20approach%20to%20costs.pdf (consultado em 12 de agosto de 2015).

Bernal, M. P., Sánchez-Monedero, M. A., Paredes, C., & Roig, A. (1998). Carbon mineralization from organic wastes at different composting stages during their incubation with soil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 69, 175–189.

Bernal, M. P., Albuquerque, J. A., & Moral, R. (2009). Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. *Bioresource Technology*, 100 (22), 5444–5453.

Białobrzewski, I., Mikš-Krajnik, M., Dach, J., Markowski, M., Czekala, W., & Głuchowska, K. (2015). Model of the sewage sludge-straw composting process integrating different heat generation capacities of mesophilic and thermophilic microorganisms. *Waste Management*, 43, 72–83.

Bilitewski, B. (2011). Mechanical Treatment: Unit Processes. *In*: Thomas H. Christensen (Ed.) *Solid Waste Technology & Management*. Blackwell Publishing, United Kingdom, 1, 321-348.

Bogner, J., Ahmed, M. A., Diaz, C., Faaij, A., Gao, Q., Hashimoto, S., Mareckova, K., Pipatti, R. & Zhang, T. (2007). Waste Management, *In*: Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R. & Meyer, L.A. (Eds.) *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Cabeças, A.. *Tratamento Biológico - Estudo Comparativo de Soluções Tecnológicas Processos e Tecnologias*. Sebenta académica, 26 pp.

Carvalho, E. M. F. D. B. (2005). *Metodologias para a quantificação e caracterização física dos resíduos sólidos urbanos*. Dissertação para obtenção do grau Mestre em Engenharia Sanitária. Universidade Nova de Lisboa - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Lisboa, 341 pp.

Chen, Y. S., Hsiau, S. S., Lee, H. Y., Chyou, Y. P., & Hsu, C. J. (2010). Size separation of particulates in a trommel screen system. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 49(11), 1214–1221.

Cheremisinoff, N. P. (2003). *Handbook of Solid Waste Management and Waste Minimization Technologies*. Elsevier Science, USA, 477 pp.

Cooperband, L. R. (2000). Composting: Art and Science of Organic Waste Conversion to a Valuable Soil Resource. *Laboratory Medicine*, 31(6), 283-289.

Cooperband, L. (2002). The Art and Science of Composting A resource for farmers and compost producers. *Center for Integrated Agricultural Systems*. <http://www.cias.wisc.edu/wp-content/uploads/2008/07/artofcompost.pdf> (Consultado em 21 de julho de 2015).

De Baere, L., & Mattheeuws, B. (2012). Anaerobic Digestion of the Organic Fraction of Municipal Solid Waste in Europe. *Waste Management: Recycling and Recovery*, 3, 517–526.

Donovan, S. M., Bateson, T., Gronow, J. R. & Voulvoulis, N. (2012). Characterization of Compost-Like Outputs from Mechanical Biological Treatment of Municipal Solid Waste. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 60(6), 694-701.

ECOSTAR (2013). *Manual de Utilização e Manutenção; Crivo Dinâmico com Discos VE 5000Ø50+80*. ECOSTAR s.r.l Tecnologias para o Ambiente, Sandrigo, 67 pp.

EEA (2013). *Municipal waste management in Portugal*. European Environment Agency. <http://www.eea.europa.eu/pt> (consultado em 13 de abril de 2015).

Epstein, E. (1997). *The Science of Composting*. CRC Press, Florida, 489 pp.

Gajalakshmi, S. & Abbasi, S. A. (2008). Solid Waste Management by Composting: State of the Art. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 38(5), 311-400.

Guifeng, W. & Xin, T. (2011). Screening efficiency and screen length of a linear vibrating screen using DEM 3D simulation. *Mining Science and Technology (China)*, 21(3), 451–455.

Haug, R. T. (1993). *The Practical Handbook of Compost Engineering*. Lewis Publishers, London, 717 pp.

Jansen, J. C. (2011). Anaerobic Digestion: Technology. In: Thomas H. Christensen (Ed.) *Solid Waste Technology & Management*. Blackwell Publishing, United Kingdom, 2, 601-617.

Juniper (2005). *Mechanical-Biological-Treatment: A Guide for Decision Makers Processes, Policies and Markets*. Juniper Consultancy Services Ltd, United Kingdom. <http://www.wmaa.asn.au/event-documents/2012skm/awt/or/Summary-Report.pdf> (consultado em 29 de junho de 2015).

Krogmann, U., Körner, I. & Diaz, L. F. (2011). Composting: Technology. In: Thomas H. Christensen (Ed.) *Solid Waste Technology & Management*. Blackwell Publishing, United Kingdom, 2, 533-568.

Lau, S. T., Cheung, W. H., Kwong, C. K., Wan, C. P., Choy, K. K. H., Leung, C. C., Porter, J. F., Hui, C. W. & Kay, G. M. (2005). Removal of batteries from solid waste using trommel separation. *Waste Management*, 25, 1004–1012.

Levy, J. & Cabeças, A. (2006). *Resíduos Sólidos Urbanos – Princípios e processos* (1ª Ed.). AEPSA - Associação das Empresas Portuguesas para o Sector do Ambiente, Lisboa, 332 pp.

Masias (2010). *Manual de instruções – Trómel*. Masias Recycling SL, Spain, 20 pp.

Martinho, M. G. M., Gonçalves, M. G. P. & Silveira, A. I. E. (2011). *Gestão Integrada de Resíduos*. Universidade Aberta, Lisboa.

Mata-Alvarez, J. (2003). Fundamentals of the anaerobic digestion process. In: J. Mata-Alvarez (Ed.) *Biomethanization of the organic fraction of municipal solid wastes*. IWA Publishing, London, 1-20.

Montejo, C., Tonini, D., Márquez, M. C., & Astrup, T. F. (2013). Mechanical-biological treatment: Performance and potentials. An LCA of 8 MBT plants including waste characterization. *Journal of Environmental Management*, 128, 661–673.

Piedade, M., & Aguiar, P. (2010). *Opções de gestão de resíduos urbanos*. Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos, Lisboa.

Pichtel, J. (2014). *Waste Management Practices Municipal, Hazardous, and Industrial* (2nd ed.). CRC Press, Florida, 644 pp.

RESINORTE (2013a). Caracterização de Resíduos Urbanos do Sistema Multimunicipal do Norte Central (2013) Relatório 1º Período de Campanha. RESINORTE – Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos, S.A..

RESINORTE (2013b). Caracterização de Resíduos Urbanos do Sistema Multimunicipal do Norte Central (2013) Relatório 2º Período de Campanha. RESINORTE – Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos, S.A..

RESINORTE (2013c). Caracterização de Resíduos Urbanos do Sistema Multimunicipal do Norte Central (2013) Relatório Final. RESINORTE – Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos, S.A..

RESINORTE (2015a). *Resíduos Sólidos Urbanos Tratamento e Valorização*. RESINORTE – Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos, S.A..

RESINORTE (2015b). *Sistema Multimunicipal de Triagem, Recolha, Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos do Norte Central: Plano de Ação do PERSU 2020 – PAPERSU 2020*. RESINORTE – Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos, S.A.. [http://www.resinorte.pt/app/webroot/js/kcfinder/files/PAPERSU%202020%20resinorte%2030abr%20\(enviado%20CCDR\).pdf](http://www.resinorte.pt/app/webroot/js/kcfinder/files/PAPERSU%202020%20resinorte%2030abr%20(enviado%20CCDR).pdf) (consultado em 14 de agosto de 2015).

RESINORTE (2015c). *Relatório e Contas 2014*. RESINORTE – Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos, S.A.. http://www.resinorte.pt/app/webroot/js/kcfinder/files/RC_2014_BR.pdf (consultado em 9 de abril de 2015).

Simões, P., Pires, J. S. & Marques, R. C. (2013). Regulação do serviço de resíduos sólidos em Portugal. *Eng. Sanit. Ambient.*, 18(2), 149-157.

Stentiford, E. & Bertoldi, M. (2011). Composting: Process. In: Thomas H. Christensen (Ed.) *Solid Waste Technology & Management*. Blackwell Publishing, United Kingdom, 2, 515-532.

Tchobanoglous, G. & Kreith, F. (2002). *Handbook of Solid Waste Management* (2nd ed.). McGraw-Hill, United States of America, 834 pp.

Tuomela, M., Vikman, M., Hatakka, A., & Itävaara, M. (2000). Biodegradation of lignin in a compost environment: a review. *Bioresource Technology*, 72, 169–183.

Vallini, G., Gregorio, S. Di, Pera, A., & Queda, A. C. F. C. (2002). Exploitation of composting management for either reclamation of organic wastes or solid-phase treatment of contaminated environmental matrices. *Environmental Reviews*, 10(4), 195–207.

Vandevivere, P., De Baere, L. & Verstraete, W. (2003). Types of anaerobic digester for solid wastes. In: J. Mata-Alvarez (Ed.) *Biomethanization of the organic fraction of municipal solid wastes*. IWA Publishing, London, 111-140.

Velis, C. A., Longhurst, P. J., Drew, G. H., Smith, R., & Pollard, S. J. T. (2010). Production and Quality Assurance of Solid Recovered Fuels Using Mechanical-Biological Treatment (MBT) of Waste: a Comprehensive Assessment. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 40(12), 979-1105.

Williams, P. T. (2005). *Waste Treatment and Disposal* (2nd ed.). John Wiley & Sons Ltd, England, 380 pp.

Documentos legais consultados

- Diretiva Aterros 1999/31/CE do Conselho, de 26 de abril. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias* (26-04-1999).
- Diretiva Embalagens 94/62/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20 de dezembro (20-12-1994). *Jornal Oficial da União Europeia* (05/04/2005).
- Diretiva Quadro Resíduos 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de novembro. *Jornal Oficial da União Europeia* (19-11-2008).
- Decreto-Lei n.º 366-A/97. D.R. 1.ª série – n.º 293 (20-12-1997).
- Decreto-Lei n.º 92/2006. D.R. 1ª série – n.º 101 (25-05-2006).
- Decreto-Lei n.º 178/2006. D.R. 1.ª série – n.º 171 (05-09-2006).
- Decreto- Lei n.º 183/2009. D.R. 1.ª série – n.º 153 (10-08-2009).
- Decreto-Lei n.º 73/2011. D.R. 1.ª série – n.º 116 (17-06-2011).
- Despacho n.º 12571/2014. D.R. 2.ª série – n.º 198 (14-10-2014).
- Despacho n.º 3350/2015. D.R. 2.ª série – n.º 64 (01-04-2015).
- Portaria n.º 851/2009. D.R. 1.ª série – n.º 152 (07-08-2009).
- Portaria n.º 187-A/2014. D.R. 1.ª série – n.º 179 (17-09-2014).

ANEXOS

ANEXO A – Viaturas Sujeitas a Amostragem

Tabela A.1. Viaturas sujeitas a amostragem

	Data da recolha	Proveniência	Matrícula da viatura	Instalação
1ª CAMPANHA	11/05/2015 Segunda-feira	CM Guimarães	17-DL-65	Riba d'Ave
	15/05/2015 Sexta-feira	CM Vizela	87-BN-15	
	19/05/2015 Terça-feira	CM Guimarães	79-CN-84	
	03/06/2015 Quarta-feira	CM Guimarães	55-36-XR	
	04/06/2015 Quinta-feira	CM Santo Tirso	69-17-TH	
	20/05/2015 Quarta-feira	CM Amarante	79-CN-83	Codessoso
	21/05/2015 Quinta-feira	CM Mondim de Basto	92-53-GM	
	01/06/2015 Segunda-feira	CM Cabeceiras de Basto	02-09-TJ	
	02/06/2015 Terça-feira	CM Amarante	52-MN-40	
	26/06/2015 Sexta-feira	CM Marco de Canaveses	18-HV-96	
2ª CAMPANHA	17/07/2015 Sexta-feira	CM V. N. de Famalicão	72-GM-04	Riba d'Ave
	20/07/2015 Segunda-feira	CM Guimarães	55-36-XR	
	21/07/2015 Terça-feira	CM Santo Tirso	04-GC-90	
	22/07/2015 Quarta-feira	CM V. N. de Famalicão	36-87-FG	
	23/07/2015 Quinta-feira	CM Vizela	87-BN-15	
	03/07/2015 Sexta-feira	CM Amarante	54-41-LR	Codessoso
	06/07/2015 Segunda-feira	CM Celorico de Basto	88-37-OU	
	08/07/2015 Quarta-feira	CM Amarante	49-25-DE	
	14/07/2015 Terça-feira	CM Marco de Canaveses	47-HT-70	
	16/07/2015 Quinta-feira	CM Marco de Canaveses	40-HR-65	

ANEXO B – Boletins de Análise

CARATERIZAÇÃO FÍSICA DE RU					
Registo de Amostragem					
Data da recolha: Dia da semana: Hora de chegada: Proveniência da viatura: Matrícula do camião: Peso líquido do camião (kg): Data da caracterização: Número da amostra: Massa da amostra (kg):					
Tratamento Mecânico			Peso específico		
Categoria	Peso (kg)		Categoria	Peso (kg)	
Amostra entrada linha			Tara contentor ___ L		
Fração > 80 mm			Tara + SubAmostra 1		
Fração < 80 mm			Tara + SubAmostra 2		
Volumosos			Tara + SubAmostra 3		
Perdas na linha					
Total para triagem					
Triagem Manual					
Fração > 80mm (kg):		Fração < 80mm (kg):		Volumosos (kg):	
Categoria	Peso (kg)	Categoria	Peso (kg)	Categoria	Peso (kg)
Bio-resíduos		Plásticos		Bio-resíduos	
Papel/cartão		Vidro		Papel/cartão	
Plásticos		Compósitos		Plásticos	
Vidro		Metais		Vidro	
Compósitos		Finos (<20mm)		Compósitos	
Têxteis		>20mm		Têxteis	
Têxteis sanitários				Têxteis sanitários	
Metais				Metais	
Madeira				Madeira	
Resíduos perigosos				Resíduos perigosos	
Outros resíduos				Outros resíduos	
< 80 mm					
Observações:					

Figura B.1. Boletim de análise preenchido nas caracterizações

CARATERIZAÇÃO FÍSICA DE RU

Registo de Amostragem	
Campanha:	1ª
Data da recolha:	11/05/15
Dia da semana:	Segunda-feira
Hora de chegada:	08:33:00
Instalação de destino:	Riba d'Ave
Proveniência da viatura:	Município de Guimarães
Matrícula da viatura:	17-DL-65
Peso líquido da viatura (kg):	10 920
Data da caracterização:	11/05/15
Número da amostra:	1
Massa da amostra (kg):	10 920

Tratamento Mecânico	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Amostra entrada linha	10 920,00
Fração > 80 mm	5 900,00
Fração < 80 mm	4 580,00
Volumosos	440,00
Perdas na linha	0,00
Total para triagem	10 920,00

Peso específico	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Tara contentor 50 L	2,50
Tara + SubAmostra 1	16,00
Tara + SubAmostra 2	15,00
Tara + SubAmostra 3	16,00

Triagem Manual					
Fração > 80mm (kg): 350,00		Fração < 80mm (kg): 160,00		Volumosos (kg): 7,50	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Bio-resíduos	23,50	Plásticos	1,50	Bio-resíduos	-
Papel/cartão	72,30	Vidro	1,00	Papel/cartão	-
Plásticos	58,50	Compósitos	0,00	Plásticos	-
Vidro	1,50	Metais	2,00	Vidro	-
Compósitos	5,00	Finos (<20mm)	57,50	Compósitos	-
Têxteis	26,50	>20mm	98,00	Têxteis	-
Têxteis sanitários	20,00			Têxteis sanitários	-
Metais	16,50			Metais	-
Madeira	1,50			Madeira	-
Resíduos perigosos	0,00			Resíduos perigosos	-
Outros resíduos	19,50			Outros resíduos	-
< 80 mm	121,00				

Observações:

Erro – colocada a quantidade total de resíduos da viatura selecionada na linha de tratamento

Método do quarteio aplicado apenas à fração > 80 mm

Não efetuada triagem de volumosos

Figura B.2. Boletim de análise da 1ª amostra (1ª campanha) realizada na UPRA

CARATERIZAÇÃO FÍSICA DE RU	
Registo de Amostragem	
Campanha:	1ª
Data da recolha:	15/05/15
Dia da semana:	Sexta-feira
Hora de chegada:	00:30:43
Instalação de destino:	Riba d'Ave
Proveniência da viatura:	Município de Vizela
Matrícula do viatura:	87-BN-15
Peso líquido da viatura (kg):	8 840
Data da caracterização:	15/05/15
Número da amostra:	2
Massa da amostra (kg):	350,00

Tratamento Mecânico	
Categoria	Peso (kg)
Amostra entrada linha	350,00
Fração > 80 mm	119,50
Fração < 80 mm	183,00
Volumosos	26,00
Perdas na linha	21,50
Total para triagem	328,50

Peso específico	
Categoria	Peso (kg)
Tara contentor __ L	-
Tara + SubAmostra 1	-
Tara + SubAmostra 2	-
Tara + SubAmostra 3	-

Triagem Manual					
Fração > 80mm (kg): 119,50		Fração < 80mm (kg): 183,00		Volumosos (kg): 26,00	
Categoria	Peso (kg)	Categoria	Peso (kg)	Categoria	Peso (kg)
Bio-resíduos	19,00	Plásticos	1,10	Bio-resíduos	11,50
Papel/cartão	33,00	Vidro	2,50	Papel/cartão	1,50
Plásticos	23,00	Compósitos	0,20	Plásticos	1,50
Vidro	0,20	Metais	2,00	Vidro	0,00
Compósitos	3,00	Finos (<20mm)	42,50	Compósitos	0,00
Têxteis	5,00	>20mm	134,50	Têxteis	11,50
Têxteis sanitários	11,00			Têxteis sanitários	0,00
Metais	3,00			Metais	0,00
Madeira	0,50			Madeira	0,00
Resíduos perigosos	0,00			Resíduos perigosos	0,00
Outros resíduos	3,50			Outros resíduos	0,00
< 80 mm	18,00				

Observações:

Figura B.3. Boletim de análise da 2ª amostra (1ª campanha) realizada na UPRA

CARATERIZAÇÃO FÍSICA DE RU

Registo de Amostragem	
Campanha:	1ª
Data da recolha:	19/05/15
Dia da semana:	Terça-feira
Hora de chegada:	06:29:27
Instalação de destino:	Riba d'Ave
Proveniência da viatura:	Município de Guimarães
Matrícula da viatura:	79-CN-84
Peso líquido da viatura (kg):	9 500
Data da caracterização:	19/05/15
Número da amostra:	3
Massa da amostra (kg):	362,00

Tratamento Mecânico	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Amostra entrada linha	362,00
Fração > 80 mm	137,50
Fração < 80 mm	217,00
Volumosos	7,50
Perdas na linha	0,00
Total para triagem	362,00

Peso específico	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Tara contentor 50 L	2,50
Tara + SubAmostra 1	22,00
Tara + SubAmostra 2	12,50
Tara + SubAmostra 3	16,50

Triagem Manual					
Fração > 80mm (kg): 137,50		Fração < 80mm (kg): 217,00		Volumosos (kg): 7,50	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Bio-resíduos	11,00	Plásticos	3,10	Bio-resíduos	0,00
Papel/cartão	23,00	Vidro	5,00	Papel/cartão	1,50
Plásticos	35,50	Compósitos	0,40	Plásticos	1,00
Vidro	0,00	Metais	1,00	Vidro	0,00
Compósitos	4,50	Finos (<20mm)	70,50	Compósitos	0,00
Têxteis	7,50	>20mm	135,00	Têxteis	5,00
Têxteis sanitários	20,50			Têxteis sanitários	0,00
Metais	4,50			Metais	0,00
Madeira	0,00			Madeira	0,00
Resíduos perigosos	0,00			Resíduos perigosos	0,00
Outros resíduos	5,00			Outros resíduos	0,00
< 80 mm	24,50				

Observações:

Figura B.4. Boletim de análise da 3ª amostra (1ª campanha) realizada na UPRA

CARATERIZAÇÃO FÍSICA DE RU	
Registo de Amostragem	
Campanha:	1ª
Data da recolha:	03/06/15
Dia da semana:	Quarta-feira
Hora de chegada:	18:29:55
Instalação de destino:	Riba d'Ave
Proveniência da viatura:	Município de Guimarães
Matrícula da viatura:	55-36-XR
Peso líquido do camião (kg):	9 720
Data da caracterização:	04/06/15
Número da amostra:	4
Massa da amostra (kg):	340,00

Tratamento Mecânico	
Categoria	Peso (kg)
Amostra entrada linha	340,00
Fração > 80 mm	109,00
Fração < 80 mm	198,00
Volumosos	22,00
Perdas na linha	11,00
Total para triagem	329,00

Peso específico	
Categoria	Peso (kg)
Tara contentor 50 L	2,50
Tara + SubAmostra 1	16,50
Tara + SubAmostra 2	18,50
Tara + SubAmostra 3	18,00

Triagem Manual					
Fração > 80mm (kg): 109,00		Fração < 80mm (kg): 198,00		Volumosos (kg): 22,00	
Categoria	Peso (kg)	Categoria	Peso (kg)	Categoria	Peso (kg)
Bio-resíduos	6,00	Plásticos	4,00	Bio-resíduos	5,00
Papel/cartão	24,00	Vidro	3,00	Papel/cartão	0,00
Plásticos	26,50	Compósitos	1,00	Plásticos	1,00
Vidro	0,00	Metais	1,50	Vidro	0,00
Compósitos	4,50	Finos (<20mm)	76,50	Compósitos	0,00
Têxteis	13,00	>20mm	112,00	Têxteis	16,00
Têxteis sanitários	10,50			Têxteis sanitários	0,00
Metais	5,00			Metais	0,00
Madeira	0,50			Madeira	0,00
Resíduos perigosos	0,00			Resíduos perigosos	0,00
Outros resíduos	3,00			Outros resíduos	0,00
< 80 mm	15,00				

Observações:

Figura B.5. Boletim de análise da 4ª amostra (1ª campanha) realizada na UPRA

CARATERIZAÇÃO FÍSICA DE RU

Registo de Amostragem	
Campanha:	1ª
Data da recolha:	04/06/15
Dia da semana:	Quinta-feira
Hora de chegada:	02:11:29
Instalação de destino:	Riba d'Ave
Proveniência da viatura:	Município de Santo Tirso
Matrícula da viatura:	69-17-TH
Peso líquido da viatura (kg):	3 180
Data da caracterização:	04/06/15
Número da amostra:	5
Massa da amostra (kg):	352,00

Tratamento Mecânico	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Amostra entrada linha	352,00
Fração > 80 mm	145,00
Fração < 80 mm	175,50
Volumosos	20,50
Perdas na linha	11,00
Total para triagem	341,00

Peso específico	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Tara contentor 50 L	2,50
Tara + SubAmostra 1	11,50
Tara + SubAmostra 2	17,00
Tara + SubAmostra 3	16,50

Triagem Manual					
Fração > 80mm (kg): 145,00		Fração < 80mm (kg): 175,50		Volumosos (kg): 20,50	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Bio-resíduos	8,00	Plásticos	2,00	Bio-resíduos	0,00
Papel/cartão	28,50	Vidro	5,50	Papel/cartão	0,00
Plásticos	27,50	Compósitos	0,50	Plásticos	0,00
Vidro	0,00	Metais	1,00	Vidro	0,00
Compósitos	5,00	Finos (<20mm)	73,50	Compósitos	0,00
Têxteis	20,00	>20mm	93,00	Têxteis	14,00
Têxteis sanitários	17,50			Têxteis sanitários	0,00
Metais	2,50			Metais	0,00
Madeira	0,50			Madeira	0,00
Resíduos perigosos	0,20			Resíduos perigosos	0,00
Outros resíduos	7,00			Outros resíduos	6,50
< 80 mm	19,50				

Observações:

Figura B.6. Boletim de análise da 5ª amostra (1ª campanha) realizada na UPRA

CARATERIZAÇÃO FÍSICA DE RU

Registo de Amostragem	
Campanha:	2ª
Data da recolha:	17/07/15
Dia da semana:	Sexta-feira
Hora de chegada:	01:42:17
Instalação de destino:	Riba d'Ave
Proveniência da viatura:	Município de Vila Nova de Famalicão
Matrícula da viatura:	72-GM-04
Peso líquido da viatura (kg):	7 440
Data da caracterização:	17/07/15
Número da amostra:	1
Massa da amostra (kg):	351,00

Tratamento Mecânico	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Amostra entrada linha	351,00
Fração > 80 mm	120,00
Fração < 80 mm	173,00
Volumosos	53,50
Perdas na linha	4,50
Total para triagem	346,50

Peso específico	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Tara contentor 50 L	2,50
Tara + SubAmostra 1	24,50
Tara + SubAmostra 2	20,50
Tara + SubAmostra 3	20,00

Triagem Manual					
Fração > 80mm (kg): 120,00		Fração < 80mm (kg): 173,00		Volumosos (kg): 53,50	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Bio-resíduos	10,50	Plásticos	3,50	Bio-resíduos	0,00
Papel/cartão	28,50	Vidro	0,50	Papel/cartão	0,00
Plásticos	25,00	Compósitos	0,60	Plásticos	0,00
Vidro	0,00	Metais	1,00	Vidro	0,00
Compósitos	2,50	Finos (<20mm)	55,00	Compósitos	0,00
Têxteis	12,00	>20mm	111,00	Têxteis	53,50
Têxteis sanitários	16,90			Têxteis sanitários	0,00
Metais	4,00			Metais	0,00
Madeira	0,00			Madeira	0,00
Resíduos perigosos	0,00			Resíduos perigosos	0,00
Outros resíduos	0,20			Outros resíduos	0,00
< 80 mm	18,00				

Observações:

Figura B.7. Boletim de análise da 1ª amostra (2ª campanha) realizada na UPRA

CARATERIZAÇÃO FÍSICA DE RU	
Registo de Amostragem	
Campanha:	2ª
Data da recolha:	20/07/15
Dia da semana:	Segunda-feira
Hora de chegada:	18:35:57
Instalação de destino:	Riba d'Ave
Proveniência da viatura:	Município de Guimarães
Matrícula da viatura:	55-36-XR
Peso líquido da viatura (kg):	8 540
Data da caracterização:	21/07/15
Número da amostra:	2
Massa da amostra (kg):	350,00

Tratamento Mecânico	
Categoria	Peso (kg)
Amostra entrada linha	350,00
Fração > 80 mm	111,50
Fração < 80 mm	202,50
Volumosos	36,00
Perdas na linha	0,00
Total para triagem	350,00

Peso específico	
Categoria	Peso (kg)
Tara contentor 50 L	2,50
Tara + SubAmostra 1	18,50
Tara + SubAmostra 2	22,00
Tara + SubAmostra 3	15,00

Triagem Manual					
Fração > 80mm (kg): 111,50		Fração < 80mm (kg): 202,50		Volumosos (kg): 36,00	
Categoria	Peso (kg)	Categoria	Peso (kg)	Categoria	Peso (kg)
Bio-resíduos	2,50	Plásticos	4,50	Bio-resíduos	0,00
Papel/cartão	21,50	Vidro	6,00	Papel/cartão	2,00
Plásticos	28,00	Compósitos	0,50	Plásticos	3,50
Vidro	1,00	Metais	2,00	Vidro	1,00
Compósitos	2,00	Finos (<20mm)	81,50	Compósitos	7,00
Têxteis	16,50	>20mm	105,50	Têxteis	15,00
Têxteis sanitários	8,50			Têxteis sanitários	0,00
Metais	6,00			Metais	3,00
Madeira	3,00			Madeira	1,00
Resíduos perigosos	0,00			Resíduos perigosos	0,00
Outros resíduos	4,00			Outros resíduos	3,50
< 80 mm	17,50				

Observações:

Figura B.8. Boletim de análise da 2ª amostra (2ª campanha) realizada na UPRA

CARATERIZAÇÃO FÍSICA DE RU

Registo de Amostragem	
Campanha:	2ª
Data da recolha:	21/07/15
Dia da semana:	Terça-feira
Hora de chegada:	00:36:59
Instalação de destino:	Riba d'Ave
Proveniência da viatura:	Município de Santo Tirso
Matrícula da viatura:	04-GC-09
Peso líquido da viatura (kg):	11 900
Data da caracterização:	21/07/15
Número da amostra:	3
Massa da amostra (kg):	353,00

Tratamento Mecânico	
Categoria	Peso (kg)
Amostra entrada linha	353,00
Fração > 80 mm	134,00
Fração < 80 mm	179,00
Volumosos	36,50
Perdas na linha	3,50
Total para triagem	349,50

Peso específico	
Categoria	Peso (kg)
Tara contentor <u>50</u> L	2,50
Tara + SubAmostra 1	21,50
Tara + SubAmostra 2	16,50
Tara + SubAmostra 3	11,00

Triagem Manual					
Fração > 80mm (kg): 134,00		Fração < 80mm (kg): 179,00		Volumosos (kg): 36,50	
Categoria	Peso (kg)	Categoria	Peso (kg)	Categoria	Peso (kg)
Bio-resíduos	13,50	Plásticos	3,50	Bio-resíduos	7,00
Papel/cartão	23,50	Vidro	2,50	Papel/cartão	0,00
Plásticos	27,50	Compósitos	0,50	Plásticos	0,00
Vidro	0,00	Metais	1,50	Vidro	0,00
Compósitos	5,00	Finos (<20mm)	55,50	Compósitos	0,00
Têxteis	25,00	>20mm	115,50	Têxteis	29,00
Têxteis sanitários	12,50			Têxteis sanitários	0,00
Metais	4,00			Metais	0,00
Madeira	1,00			Madeira	0,00
Resíduos perigosos	0,20			Resíduos perigosos	0,00
Outros resíduos	2,00			Outros resíduos	0,00
< 80 mm	17,50				

Observações:

Figura B.9. Boletim de análise da 3ª amostra (2ª campanha) realizada na UPRA

CARATERIZAÇÃO FÍSICA DE RU

Registo de Amostragem

Campanha:	2ª
Data da recolha:	22/07/15
Dia da semana:	Quarta-feira
Hora de chegada:	18:55:36
Instalação de destino:	Riba d'Ave
Proveniência da viatura:	Município de Vila Nova de Famalicão
Matrícula da viatura:	36-87-FG
Peso líquido da viatura (kg):	6 600
Data da caracterização:	23/07/15
Número da amostra:	4
Massa da amostra (kg):	353,00

Tratamento Mecânico

<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Amostra entrada linha	353,00
Fração > 80 mm	149,00
Fração < 80 mm	188,00
Volumosos	9,50
Perdas na linha	6,50
Total para triagem	346,50

Peso específico

<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Tara contentor 50 L	2,50
Tara + SubAmostra 1	13,00
Tara + SubAmostra 2	17,50
Tara + SubAmostra 3	19,50

Triagem Manual

Fração > 80mm (kg): 149,00		Fração < 80mm (kg): 188,00		Volumosos (kg): 9,50	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Bio-resíduos	10,50	Plásticos	3,50	Bio-resíduos	0,00
Papel/cartão	32,00	Vidro	2,50	Papel/cartão	0,00
Plásticos	38,50	Compósitos	0,50	Plásticos	5,00
Vidro	0,20	Metais	1,00	Vidro	0,00
Compósitos	2,00	Finos (<20mm)	66,50	Compósitos	0,00
Têxteis	5,50	>20mm	113,50	Têxteis	0,00
Têxteis sanitários	23,50			Têxteis sanitários	4,00
Metais	4,00			Metais	0,00
Madeira	0,20			Madeira	0,00
Resíduos perigosos	0,00			Resíduos perigosos	0,00
Outros resíduos	2,50			Outros resíduos	0,00
< 80 mm	26,00				

Observações:

Figura B.10. Boletim de análise da 4ª amostra (2ª campanha) realizada na UPRA

CARATERIZAÇÃO FÍSICA DE RU

Registo de Amostragem	
Campanha:	2ª
Data da recolha:	23/07/15
Dia da semana:	Quinta-feira
Hora de chegada:	02:59:28
Instalação de destino:	Riba d'Ave
Proveniência da viatura:	Município de Vizela
Matrícula da viatura:	87-BN-15
Peso líquido da viatura (kg):	7 600
Data da caracterização:	23/07/15
Número da amostra:	5
Massa da amostra (kg):	352,00

Tratamento Mecânico	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Amostra entrada linha	352,00
Fração > 80 mm	109,00
Fração < 80 mm	202,00
Volumosos	30,00
Perdas na linha	11,00
Total para triagem	341,00

Peso específico	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Tara contentor 50 L	2,50
Tara + SubAmostra 1	14,00
Tara + SubAmostra 2	17,50
Tara + SubAmostra 3	14,50

Triagem Manual					
Fração > 80mm (kg): 109,00		Fração < 80mm (kg): 202,00		Volumosos (kg): 30,00	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Bio-resíduos	8,00	Plásticos	3,50	Bio-resíduos	8,00
Papel/cartão	26,50	Vidro	5,00	Papel/cartão	0,00
Plásticos	33,00	Compósitos	0,50	Plásticos	0,00
Vidro	0,20	Metais	1,00	Vidro	0,00
Compósitos	2,50	Finos (<20mm)	75,50	Compósitos	0,00
Têxteis	7,50	>20mm	111,50	Têxteis	20,00
Têxteis sanitários	6,00			Têxteis sanitários	0,00
Metais	4,50			Metais	0,00
Madeira	1,00			Madeira	0,00
Resíduos perigosos	0,00			Resíduos perigosos	0,00
Outros resíduos	1,50			Outros resíduos	2,00
< 80 mm	15,30				

Observações:

Figura B.11. Boletim de análise da 5ª amostra (2ª campanha) realizada na UPRA

CARATERIZAÇÃO FÍSICA DE RU

Registo de Amostragem	
Campanha:	1ª
Data da recolha:	20/05/15
Dia da semana:	Quarta-feira
Hora de chegada:	00:19:23
Instalação de destino:	Codessoso
Proveniência da viatura:	Município de Amarante
Matrícula da viatura:	79-CN-83
Peso líquido da viatura (kg):	7 320
Data da caracterização:	20/05/15
Número da amostra:	1
Massa da amostra (kg):	350,00

Tratamento Mecânico	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Amostra entrada linha	350,00
Fração > 80 mm	151,90
Fração < 80 mm	164,30
Volumosos	12,50
Perdas na linha	21,30
Total para triagem	328,70

Peso específico	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Tara contentor <u>120</u> L	10,40
Tara + SubAmostra 1	28,00
Tara + SubAmostra 2	26,00
Tara + SubAmostra 3	29,60

Triagem Manual					
Fração > 80mm (kg): 151,90		Fração < 80mm (kg): 164,30		Volumosos (kg): 12,50	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Bio-resíduos	7,75	Plásticos	6,65	Bio-resíduos	0,00
Papel/cartão	38,50	Vidro	4,80	Papel/cartão	0,60
Plásticos	27,65	Compósitos	1,75	Plásticos	0,65
Vidro	0,15	Metais	3,50	Vidro	0,15
Compósitos	3,20	Finos (<20mm)	66,05	Compósitos	0,00
Têxteis	6,00	>20mm	79,75	Têxteis	5,15
Têxteis sanitários	27,15			Têxteis sanitários	0,00
Metais	3,70			Metais	0,30
Madeira	0,50			Madeira	0,85
Resíduos perigosos	0,00			Resíduos perigosos	0,00
Outros resíduos	6,45			Outros resíduos	4,80
< 80 mm	27,60				

Observações:

Figura B.12. Boletim de análise da 1ª amostra (1ª campanha) realizada na UPCB

CARATERIZAÇÃO FÍSICA DE RU

Registo de Amostragem

Campanha:	1ª
Data da recolha:	21/05/15
Dia da semana:	Quinta-feira
Hora de chegada:	10:14:53
Instalação de destino:	Codessoso
Proveniência da viatura:	Município de Mondim de Basto
Matrícula da viatura:	92-53-GM
Peso líquido da viatura (kg):	4 600
Data da caracterização:	21/05/15
Número da amostra:	2
Massa da amostra (kg):	350,00

Tratamento Mecânico

<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Amostra entrada linha	350,00
Fração > 80 mm	170,55
Fração < 80 mm	154,65
Volumosos	24,80
Perdas na linha	0,00
Total para triagem	350,00

Peso específico

<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Tara contentor <u>120</u> L	10,50
Tara + SubAmostra 1	26,20
Tara + SubAmostra 2	27,40
Tara + SubAmostra 3	29,00

Triagem Manual

Fração > 80mm (kg): 170,55		Fração < 80mm (kg): 154,65		Volumosos (kg): 24,80	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Bio-resíduos	22,35	Plásticos	4,30	Bio-resíduos	12,65
Papel/cartão	31,00	Vidro	8,10	Papel/cartão	0,00
Plásticos	25,00	Compósitos	0,50	Plásticos	1,00
Vidro	0,55	Metais	2,80	Vidro	0,85
Compósitos	3,80	Finos (<20mm)	49,05	Compósitos	0,00
Têxteis	11,30	>20mm	87,75	Têxteis	9,10
Têxteis sanitários	29,00			Têxteis sanitários	0,00
Metais	3,90			Metais	0,00
Madeira	0,05			Madeira	0,00
Resíduos perigosos	0,00			Resíduos perigosos	0,00
Outros resíduos	6,60			Outros resíduos	1,20
< 80 mm	36,85				

Observações:

Figura B.13. Boletim de análise da 2ª amostra (1ª campanha) realizada na UPCB

CARATERIZAÇÃO FÍSICA DE RU

Registo de Amostragem	
Campanha:	1ª
Data da recolha:	01/06/15
Dia da semana:	Segunda-feira
Hora de chegada:	10:13:34
Instalação de destino:	Codessoso
Proveniência da viatura:	Município de Cabeceiras de Basto
Matrícula da viatura:	02-TJ-09
Peso líquido da viatura (kg):	19 020
Data da caracterização:	01/06/15
Número da amostra:	3
Massa da amostra (kg):	365,40

Tratamento Mecânico	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Amostra entrada linha	365,40
Fração > 80 mm	222,80
Fração < 80 mm	123,80
Volumosos	7,50
Perdas na linha	11,30
Total para triagem	354,10

Peso específico	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Tara contentor <u>240</u> L	12,20
Tara + SubAmostra 1	69,40
Tara + SubAmostra 2	61,70
Tara + SubAmostra 3	75,60

Triagem Manual					
Fração > 80mm (kg): 222,80		Fração < 80mm (kg): 123,80		Volumosos (kg): 7,50	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Bio-resíduos	18,25	Plásticos	4,75	Bio-resíduos	0,00
Papel/cartão	33,75	Vidro	5,00	Papel/cartão	0,00
Plásticos	45,00	Compósitos	0,80	Plásticos	0,00
Vidro	0,40	Metais	2,25	Vidro	1,00
Compósitos	5,95	Finos (<20mm)	41,80	Compósitos	0,00
Têxteis	8,10	>20mm	68,20	Têxteis	6,50
Têxteis sanitários	36,80			Têxteis sanitários	0,00
Metais	5,20			Metais	0,00
Madeira	0,65			Madeira	0,00
Resíduos perigosos	0,00			Resíduos perigosos	0,00
Outros resíduos	7,45			Outros resíduos	0,00
< 80 mm	58,35				

Observações:

Figura B.14. Boletim de análise da 3ª amostra (1ª campanha) realizada na UPCB

CARATERIZAÇÃO FÍSICA DE RU

Registo de Amostragem

Campanha:	1ª
Data da recolha:	02/06/15
Dia da semana:	Terça-feira
Hora de chegada:	17:49:24
Instalação de destino:	Codessoso
Proveniência da viatura:	Município de Amarante
Matrícula da viatura:	52-MN-40
Peso líquido da viatura (kg):	1 840
Data da caracterização:	03/06/15
Número da amostra:	4
Massa da amostra (kg):	350,90

Tratamento Mecânico

<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Amostra entrada linha	350,90
Fração > 80 mm	161,30
Fração < 80 mm	160,85
Volumosos	28,00
Perdas na linha	0,75
Total para triagem	350,15

Peso específico

<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Tara contentor <u>240</u> L	12,20
Tara + SubAmostra 1	64,60
Tara + SubAmostra 2	54,00
Tara + SubAmostra 3	60,10

Triagem Manual

Fração > 80mm (kg): 222,80		Fração < 80mm (kg): 123,80		Volumosos (kg): 7,50	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Bio-resíduos	8,55	Plásticos	4,85	Bio-resíduos	5,50
Papel/cartão	31,45	Vidro	2,10	Papel/cartão	0,00
Plásticos	31,75	Compósitos	1,50	Plásticos	1,20
Vidro	0,10	Metais	2,80	Vidro	0,00
Compósitos	4,50	Finos (<20mm)	51,90	Compósitos	1,85
Têxteis	9,20	>20mm	97,70	Têxteis	9,30
Têxteis sanitários	30,00			Têxteis sanitários	0,00
Metais	2,10			Metais	0,00
Madeira	0,95			Madeira	0,70
Resíduos perigosos	0,00			Resíduos perigosos	5,50
Outros resíduos	3,95			Outros resíduos	3,95
< 80 mm	37,25				

Observações:

Figura B.15. Boletim de análise da 4ª amostra (1ª campanha) realizada na UPCB

CARATERIZAÇÃO FÍSICA DE RU

Registo de Amostragem	
Campanha:	1ª
Data da recolha:	26/06/15
Dia da semana:	Sexta-feira
Hora de chegada:	01:00:47
Instalação de destino:	Codessoso
Proveniência da viatura:	Município de Marco de Canaveses
Matrícula da viatura:	18-HV-96
Peso líquido da viatura (kg):	9 780
Data da caracterização:	26/06/15
Número da amostra:	5
Massa da amostra (kg):	352,50

Tratamento Mecânico	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Amostra entrada linha	352,50
Fração > 80 mm	173,60
Fração < 80 mm	153,00
Volumosos	15,35
Perdas na linha	10,55
Total para triagem	341,95

Peso específico	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Tara contentor <u>240</u> L	13,70
Tara + SubAmostra 1	96,40
Tara + SubAmostra 2	76,90
Tara + SubAmostra 3	88,00

Triagem Manual					
Fração > 80mm (kg): 222,80		Fração < 80mm (kg): 123,80		Volumosos (kg): 7,50	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Bio-resíduos	11,37	Plásticos	4,66	Bio-resíduos	1,40
Papel/cartão	35,66	Vidro	3,00	Papel/cartão	1,25
Plásticos	42,91	Compósitos	0,78	Plásticos	4,20
Vidro	0,00	Metais	3,22	Vidro	0,00
Compósitos	4,73	Finos (<20mm)	39,94	Compósitos	1,75
Têxteis	4,49	>20mm	100,05	Têxteis	4,65
Têxteis sanitários	16,48			Têxteis sanitários	0,00
Metais	6,82			Metais	0,00
Madeira	0,86			Madeira	0,70
Resíduos perigosos	0,00			Resíduos perigosos	0,00
Outros resíduos	1,84			Outros resíduos	0,95
< 80 mm	44,20				

Observações:

Figura B.16. Boletim de análise da 5ª amostra (1ª campanha) realizada na UPCB

CARATERIZAÇÃO FÍSICA DE RU

Registo de Amostragem	
Campanha:	2ª
Data da recolha:	03/07/15
Dia da semana:	Sexta-feira
Hora de chegada:	10:26:31
Instalação de destino:	Codessoso
Proveniência da viatura:	Município de Amarante
Matrícula da viatura:	54-41-LR
Peso líquido da viatura (kg):	6 560
Data da caracterização:	03/07/15
Número da amostra:	1
Massa da amostra (kg):	356,60

Tratamento Mecânico	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Amostra entrada linha	356,60
Fração > 80 mm	133,40
Fração < 80 mm	177,90
Volumosos	23,80
Perdas na linha	21,50
Total para triagem	335,10

Peso específico	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Tara contentor <u>240</u> L	13,50
Tara + SubAmostra 1	67,60
Tara + SubAmostra 2	55,90
Tara + SubAmostra 3	64,00

Triagem Manual					
Fração > 80mm (kg): 133,40		Fração < 80mm (kg): 177,90		Volumosos (kg): 23,80	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Bio-resíduos	12,55	Plásticos	5,20	Bio-resíduos	12,70
Papel/cartão	26,75	Vidro	5,30	Papel/cartão	0,15
Plásticos	26,90	Compósitos	0,20	Plásticos	0,70
Vidro	0,55	Metais	3,40	Vidro	0,10
Compósitos	3,60	Finos (<20mm)	58,95	Compósitos	2,65
Têxteis	4,60	>20mm	101,75	Têxteis	4,95
Têxteis sanitários	17,60			Têxteis sanitários	0,00
Metais	4,25			Metais	0,00
Madeira	1,70			Madeira	0,05
Resíduos perigosos	0,00			Resíduos perigosos	0,00
Outros resíduos	2,80			Outros resíduos	1,35
< 80 mm	30,05				

Observações:

Figura B.17. Boletim de análise da 1ª amostra (2ª campanha) realizada na UPCB

CARATERIZAÇÃO FÍSICA DE RU

Registo de Amostragem	
Campanha:	2ª
Data da recolha:	06/07/15
Dia da semana:	Segunda-feira
Hora de chegada:	12:19:30
Instalação de destino:	Codessoso
Proveniência da viatura:	Município de Celorico de Basto
Matrícula da viatura:	88-37-OU
Peso líquido da viatura (kg):	1 460
Data da caracterização:	06/07/15
Número da amostra:	2
Massa da amostra (kg):	364,10

Tratamento Mecânico	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Amostra entrada linha	364,10
Fração > 80 mm	179,30
Fração < 80 mm	171,02
Volumosos	7,20
Perdas na linha	6,58
Total para triagem	357,52

Peso específico	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Tara contentor <u>240</u> L	13,50
Tara + SubAmostra 1	72,00
Tara + SubAmostra 2	65,50
Tara + SubAmostra 3	74,10

Triagem Manual					
Fração > 80mm (kg): 179,30		Fração < 80mm (kg): 171,02		Volumosos (kg): 7,20	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Bio-resíduos	17,10	Plásticos	6,08	Bio-resíduos	1,15
Papel/cartão	27,09	Vidro	2,58	Papel/cartão	0,00
Plásticos	39,60	Compósitos	0,40	Plásticos	0,00
Vidro	0,57	Metais	1,26	Vidro	0,85
Compósitos	5,85	Finos (<20mm)	33,30	Compósitos	1,35
Têxteis	6,31	>20mm	123,24	Têxteis	3,00
Têxteis sanitários	33,63			Têxteis sanitários	0,00
Metais	4,53			Metais	0,00
Madeira	0,00			Madeira	0,00
Resíduos perigosos	0,00			Resíduos perigosos	0,00
Outros resíduos	0,46			Outros resíduos	0,00
< 80 mm	39,78				

Observações:

Figura B.18. Boletim de análise da 2ª amostra (2ª campanha) realizada na UPCB

CARATERIZAÇÃO FÍSICA DE RU

Registo de Amostragem	
Campanha:	2ª
Data da recolha:	08/07/15
Dia da semana:	Quarta-feira
Hora de chegada:	12:19:30
Instalação de destino:	Codessoso
Proveniência da viatura:	Município de Amarante
Matrícula da viatura:	49-25-DE
Peso líquido da viatura (kg):	8 900
Data da caracterização:	08/07/15
Número da amostra:	3
Massa da amostra (kg):	354,90

Tratamento Mecânico	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Amostra entrada linha	354,90
Fração > 80 mm	177,10
Fração < 80 mm	154,00
Volumosos	12,65
Perdas na linha	11,15
Total para triagem	343,75

Peso específico	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Tara contentor <u>240</u> L	13,50
Tara + SubAmostra 1	76,00
Tara + SubAmostra 2	69,30
Tara + SubAmostra 3	91,60

Triagem Manual					
Fração > 80mm (kg): 177,10		Fração < 80mm (kg): 154,00		Volumosos (kg): 12,65	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Bio-resíduos	18,45	Plásticos	5,20	Bio-resíduos	2,50
Papel/cartão	35,10	Vidro	3,05	Papel/cartão	0,00
Plásticos	31,90	Compósitos	0,45	Plásticos	0,40
Vidro	0,70	Metais	3,05	Vidro	1,20
Compósitos	15,65	Finos (<20mm)	39,95	Compósitos	1,25
Têxteis	18,80	>20mm	96,30	Têxteis	6,70
Têxteis sanitários	10,55			Têxteis sanitários	0,00
Metais	3,90			Metais	0,15
Madeira	1,25			Madeira	0,00
Resíduos perigosos	0,10			Resíduos perigosos	0,00
Outros resíduos	2,20			Outros resíduos	0,00
< 80 mm	35,95				

Observações:

Figura B.19. Boletim de análise da 3ª amostra (2ª campanha) realizada na UPCB

CARATERIZAÇÃO FÍSICA DE RU

Registo de Amostragem

Campanha:	2ª
Data da recolha:	14/07/15
Dia da semana:	Terça-feira
Hora de chegada:	08:57:10
Instalação de destino:	Codessoso
Proveniência da viatura:	Município de Marco de Canaveses
Matrícula da viatura:	47-HT-70
Peso líquido da viatura (kg):	1 120
Data da caracterização:	14/07/15
Número da amostra:	4
Massa da amostra (kg):	375,70

Tratamento Mecânico

<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Amostra entrada linha	375,70
Fração > 80 mm	137,50
Fração < 80 mm	221,30
Volumosos	16,20
Perdas na linha	0,70
Total para triagem	375,00

Peso específico

<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Tara contentor <u>240</u> L	13,50
Tara + SubAmostra 1	59,80
Tara + SubAmostra 2	50,20
Tara + SubAmostra 3	53,00

Triagem Manual

Fração > 80mm (kg): 137,50		Fração < 80mm (kg): 221,30		Volumosos (kg): 16,20	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Bio-resíduos	11,25	Plásticos	0,15	Bio-resíduos	5,50
Papel/cartão	22,10	Vidro	0,10	Papel/cartão	0,00
Plásticos	35,00	Compósitos	0,00	Plásticos	0,00
Vidro	1,30	Metais	2,30	Vidro	2,35
Compósitos	4,10	Finos (<20mm)	111,60	Compósitos	0,00
Têxteis	9,75	>20mm	106,45	Têxteis	3,70
Têxteis sanitários	16,15			Têxteis sanitários	0,00
Metais	4,70			Metais	0,00
Madeira	0,50			Madeira	3,70
Resíduos perigosos	0,00			Resíduos perigosos	0,00
Outros resíduos	1,80			Outros resíduos	0,95
< 80 mm	30,50				

Observações:

Figura B.20. Boletim de análise da 4ª amostra (2ª campanha) realizada na UPCB

CARATERIZAÇÃO FÍSICA DE RU

Registo de Amostragem	
Campanha:	2ª
Data da recolha:	16/07/15
Dia da semana:	Quinta-feira
Hora de chegada:	10:17:46
Instalação de destino:	Codessoso
Proveniência da viatura:	Município de Marco de Canaveses
Matrícula da viatura:	40-HR-65
Peso líquido da viatura (kg):	9 700
Data da caracterização:	16/07/15
Número da amostra:	5
Massa da amostra (kg):	349,60

Tratamento Mecânico	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Amostra entrada linha	349,60
Fração > 80 mm	147,00
Fração < 80 mm	165,00
Volumosos	32,00
Perdas na linha	5,60
Total para triagem	344,00

Peso específico	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Tara contentor <u>240</u> L	13,50
Tara + SubAmostra 1	65,20
Tara + SubAmostra 2	65,50
Tara + SubAmostra 3	73,50

Triagem Manual					
Fração > 80mm (kg): 147,00		Fração < 80mm (kg): 165,00		Volumosos (kg): 32,00	
<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>	<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Bio-resíduos	10,75	Plásticos	6,84	Bio-resíduos	17,37
Papel/cartão	27,60	Vidro	3,36	Papel/cartão	0,16
Plásticos	30,83	Compósitos	0,68	Plásticos	3,26
Vidro	0,00	Metais	2,51	Vidro	0,42
Compósitos	8,48	Finos (<20mm)	63,62	Compósitos	0,59
Têxteis	18,16	>20mm	87,33	Têxteis	8,00
Têxteis sanitários	13,01			Têxteis sanitários	0,00
Metais	3,22			Metais	1,19
Madeira	0,34			Madeira	0,18
Resíduos perigosos	0,23			Resíduos perigosos	0,00
Outros resíduos	4,41			Outros resíduos	0,83
< 80 mm	29,75				

Observações:

Figura B.21. Boletim de análise da 5ª amostra (2ª campanha) realizada na UPCB

ANEXO C – Resultados das Campanhas

Tabela C.1. Resultados da 2ª amostra (1ª campanha) efetuada na UPRA

AMOSTRA 2 (1ª Campanha – Riba d'Ave)									
Dados da Caraterização			Fluxo de Resíduos		Peso (kg)	Erro (%)	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Proveniência da viatura		Município de Vizela	Amostra entrada linha		350,00	6,14			
Matrícula da viatura		87-BN-15	Fração > 80 mm		119,50		7,34	126,84	36,40
Peso líquido da viatura		8 840	Fração < 80 mm		183,00		11,24	194,24	55,70
Data da recolha		15/05/15	Volumosos		26,00		1,60	27,60	7,90
Hora de chegada		00:30:43	Perdas na linha		21,50				
Data de caraterização		15/05/15	Amostra total após linha		328,50		20,18	348,68	100,00
FLUXOS TRIADOS									
Fluxo	Categoria	Peso (kg)	Erro (%)*	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Erro (%)**	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	Bio-resíduos	19,00	0,25	0,05	19,05	5,79	1,10	20,15	15,94
	Papel/cartão	33,00		0,08	33,08		1,91	35,00	27,68
	Plásticos	23,00		0,06	23,06		1,33	24,39	19,30
	Vidro	0,20		0,00	0,20		0,01	0,21	0,17
	Compósitos	3,00		0,01	3,01		0,17	3,18	2,52
	Têxteis	5,00		0,01	5,01		0,29	5,30	4,19
	Têxteis sanitários	11,00		0,03	11,03		0,64	11,67	9,23
	Metais	3,00		0,01	3,01		0,17	3,18	2,52
	Madeira	0,50		0,00	0,50		0,03	0,53	0,42
	Resíduos perigosos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos	3,50		0,01	3,51		0,20	3,71	2,94
	< 80 mm	18,00		0,05	18,05		1,04	19,09	15,10
	Total	119,2		0,30	119,50		6,92	126,42	100,00
Fração < 80 mm	Plásticos	1,10	0,11	0,00	1,10	5,79	0,06	1,16	0,60
	Vidro	2,50		0,00	2,50		0,14	2,65	1,37
	Compósitos	0,20		0,00	0,20		0,01	0,21	0,11
	Metais	2,00		0,00	2,00		0,12	2,12	1,09
	Finos (<20mm)	42,50		0,05	42,55		2,46	45,01	23,25
	> 20 mm	134,50		0,15	134,65		7,79	142,44	73,58
	Total	182,80		0,20	183,00		10,59	193,59	100,00
Volumosos	Bio-resíduos	11,50	0,00	0,00	11,50	5,79	0,67	12,17	44,23
	Papel/Cartão	1,50		0,00	1,50		0,09	1,59	5,77
	Plásticos	1,50		0,00	1,50		0,09	1,59	5,77
	Vidro	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Compósitos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Têxteis	11,50		0,00	11,50		0,67	12,17	44,23
	Têxteis sanitários	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Metais	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Madeira	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Resíduos perigosos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Total	26,00		0,00	26,00		1,50	27,50	100,00

* Erro percentual em relação ao total obtido após passagem na linha de processo

** Erro percentual em relação ao total acertado após passagem na linha de processo

Tabela C.2. Resultados da 3ª amostra (1ª campanha) efetuada na UPRA

AMOSTRA 3 (1ª Campanha – Riba d'Ave)									
Dados da Caraterização			Fluxo de Resíduos		Peso (kg)	Erro (%)	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Proveniência da viatura		Município de Guimarães	Amostra entrada linha		362,00	0,00			
Matrícula da viatura		79-CN-84	Fração > 80 mm		137,50		0,00	137,50	38,00
Peso líquido da viatura		9 500	Fração < 80 mm		217,00		0,00	217,00	59,90
Data da recolha		19/05/15	Volumosos		7,50		0,00	7,50	2,10
Hora de chegada		06:29:27	Perdas na linha		0,00				
Data de caraterização		19/05/15	Amostra total após linha		362,00		0,00	362,00	100,00
FLUXOS TRIADOS									
Fluxo	Categoria	Peso (kg)	Erro (%)*	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Erro (%)**	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	Bio-resíduos	11,00	1,09	0,12	11,12	0,01	0,00	11,12	8,09
	Papel/cartão	23,00		0,25	23,25		0,00	23,25	16,91
	Plásticos	35,50		0,39	35,89		0,00	35,89	26,10
	Vidro	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Compósitos	4,50		0,05	4,55		0,00	4,55	3,31
	Têxteis	7,50		0,08	7,58		0,00	7,58	5,51
	Têxteis sanitários	20,50		0,22	20,72		0,00	20,73	15,07
	Metais	4,50		0,05	4,55		0,00	4,55	3,31
	Madeira	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Resíduos perigosos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos	5,00		0,05	5,05		0,00	5,06	3,68
	< 80 mm	24,50		0,27	24,77		0,00	24,77	18,01
	Total	136,00		1,48	137,48		0,02	137,50	100,00
	Fração < 80 mm	Plásticos		3,10	0,92		0,03	3,13	0,01
Vidro		5,00	0,05	5,05		0,00	5,05	2,33	
Compósitos		0,40	0,00	0,40		0,00	0,40	0,19	
Metais		1,00	0,01	1,01		0,00	1,01	0,47	
Finos (<20mm)		70,50	0,65	71,15		0,01	71,16	32,79	
> 20 mm		135,00	1,24	136,24		0,01	136,26	62,79	
Total		215,00	1,98	216,98		0,02	217,00	100,00	
Volumosos	Bio-resíduos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Papel/Cartão	1,50		0,00	1,50		0,00	1,50	20,00
	Plásticos	1,00		0,00	1,00		0,00	1,00	13,33
	Vidro	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Compósitos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Têxteis	5,00		0,00	5,00		0,00	5,00	66,67
	Têxteis sanitários	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Metais	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Madeira	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Resíduos perigosos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Total	7,50		0,00	7,50		0,00	7,50	100,00

* Erro percentual em relação ao total obtido após passagem na linha de processo

** Erro percentual em relação ao total acertado após passagem na linha de processo

Tabela C.3. Resultados da 4ª amostra (1ª campanha) efetuada na UPRA

AMOSTRA 4 (1ª Campanha – Riba d'Ave)									
Dados da Caraterização			Fluxo de Resíduos		Peso (kg)	Erro (%)	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Proveniência da viatura		Município de Guimarães	Amostra entrada linha		340,00	3,24			
Matrícula da viatura		55-36-XR	Fração > 80 mm		109,00		3,53	112,53	32,10
Peso líquido da viatura		9 720	Fração < 80 mm		198,00		6,41	204,41	60,20
Data da recolha		03/06/15	Volumosos		22,00		0,71	22,71	6,70
Hora de chegada		18:29:55	Perdas na linha		11,00				
Data de caraterização		04/06/15	Amostra total após linha		329,00		10,64	339,64	100,00
FLUXOS TRIADOS									
Fluxo	Categoria	Peso (kg)	Erro (%)*	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Erro (%)**	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	Bio-resíduos	6,00	0,92	0,06	6,06	3,14	0,19	6,25	5,56
	Papel/cartão	24,00		0,22	24,22		0,76	24,98	22,22
	Plásticos	26,50		0,24	26,74		0,84	27,58	24,54
	Vidro	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Compósitos	4,50		0,04	4,54		0,14	4,68	4,17
	Têxteis	13,00		0,12	13,12		0,41	13,53	12,04
	Têxteis sanitários	10,50		0,10	10,60		0,33	10,93	9,72
	Metais	5,00		0,05	5,05		0,16	5,20	4,63
	Madeira	0,50		0,00	0,50		0,02	0,52	0,46
	Resíduos perigosos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos	3,00		0,03	3,03		0,10	3,12	2,78
	< 80 mm	15,00		0,14	15,14		0,48	15,61	13,89
	Total	108,00		0,99	108,99		3,42	112,42	100,00
	Fração < 80 mm	Plásticos		4,00	0,00		0,00	4,00	3,13
Vidro		3,00	0,00	3,00		0,09	3,09	1,52	
Compósitos		1,00	0,00	1,00		0,03	1,03	0,51	
Metais		1,50	0,00	1,50		0,05	1,55	0,76	
Finos (<20mm)		76,50	0,00	76,50		2,40	78,90	38,64	
> 20 mm		112,00	0,00	112,00		3,51	115,51	56,57	
Total		198,00	0,00	198,00		6,21	204,21	100,00	
Volumosos	Bio-resíduos	5,00	0,00	0,00	5,00	3,13	0,16	5,16	22,73
	Papel/Cartão	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Plásticos	1,00		0,00	1,00		0,03	1,03	4,55
	Vidro	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Compósitos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Têxteis	16,00		0,00	16,00		0,50	16,50	72,73
	Têxteis sanitários	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Metais	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Madeira	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Resíduos perigosos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Total	22,00		0,00	22,00		0,69	22,69	100,00

* Erro percentual em relação ao total obtido após passagem na linha de processo

** Erro percentual em relação ao total acertado após passagem na linha de processo

Tabela C.4. Resultados da 5ª amostra (1ª campanha) efetuada na UPRA

AMOSTRA 5 (1ª Campanha – Riba d'Ave)									
Dados da Caraterização			Fluxo de Resíduos		Peso (kg)	Erro (%)	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Proveniência da viatura		Município de Santo Tirso	Amostra entrada linha		352,00	3,13			
Matrícula da viatura		69-17-TH	Fração > 80 mm		145,00		4,53	149,53	42,50
Peso líquido da viatura		3 180	Fração < 80 mm		175,50		5,48	180,98	51,50
Data da recolha		04/06/15	Volumosos		20,50		0,64	21,14	6,00
Hora de chegada		02:11:29	Perdas na linha		11,00				
Data de caraterização		04/06/15	Amostra total após linha		341,00		10,66	351,66	100,00
FLUXOS TRIADOS									
Fluxo	Categoria	Peso (kg)	Erro (%)*	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Erro (%)**	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	Bio-resíduos	8,00	6,07	0,49	8,49	3,39	0,29	8,77	5,87
	Papel/cartão	28,50		1,73	30,23		1,02	31,25	20,93
	Plásticos	27,50		1,67	29,17		0,99	30,16	20,19
	Vidro	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Compósitos	5,00		0,30	5,30		0,18	5,48	3,67
	Têxteis	20,00		1,21	21,21		0,72	21,93	14,68
	Têxteis sanitários	17,50		1,06	18,56		0,63	19,19	12,85
	Metais	2,50		0,15	2,65		0,09	2,74	1,84
	Madeira	0,50		0,03	0,53		0,02	0,55	0,37
	Resíduos perigosos	0,20		0,01	0,21		0,01	0,22	0,15
	Outros resíduos	7,00		0,42	7,42		0,25	7,68	5,14
	< 80 mm	19,50		1,18	20,68		0,70	21,38	14,32
	Total	136,20		8,27	144,47		4,89	149,36	100,00
Fração < 80 mm	Plásticos	2,00	0,00	0,00	2,00	3,03	0,06	2,06	1,14
	Vidro	5,50		0,00	5,50		0,17	5,67	3,13
	Compósitos	0,50		0,00	0,50		0,02	0,52	0,28
	Metais	1,00		0,00	1,00		0,03	1,03	0,57
	Finos (<20mm)	73,50		0,00	73,50		2,23	75,73	41,88
	> 20 mm	93,00		0,00	93,00		2,82	95,82	52,99
	Total	175,50		0,00	175,50		5,32	180,82	100,00
Volumosos	Bio-resíduos	0,00	0,00	0,00	0,00	3,03	0,00	0,00	0,00
	Papel/Cartão	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Plásticos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Vidro	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Compósitos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Têxteis	14,00		0,00	14,00		0,42	14,42	68,29
	Têxteis sanitários	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Metais	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Madeira	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Resíduos perigosos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos	6,50		0,00	6,50		0,20	6,70	31,71
	Total	20,50		0,00	20,50		0,62	21,12	100,00

* Erro percentual em relação ao total obtido após passagem na linha de processo

** Erro percentual em relação ao total acertado após passagem na linha de processo

Tabela C.5. Resultados da 1ª amostra (2ª campanha) efetuada na UPRA

AMOSTRA 1 (2ª Campanha – Riba d'Ave)									
Dados da Caraterização			Fluxo de Resíduos		Peso (kg)	Erro (%)	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Proveniência da viatura		Município de Vila Nova de Famalicão	Amostra entrada linha		351,00				
Matrícula da viatura		72-GM-04	Fração > 80 mm		120,00				
Peso líquido da viatura		7 440	Fração < 80 mm		173,00				
Data da recolha		17/07/15	Volumosos		53,50				
Hora de chegada		01:42:17	Perdas na linha		4,50				
Data de caraterização		17/07/15	Amostra total após linha		346,50				
FLUXOS TRIADOS									
Fluxo	Categoria	Peso (kg)	Erro (%)*	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Erro (%)**	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	Bio-resíduos	10,50	2,00	0,21	10,71	1,31	0,14	10,85	8,93
	Papel/cartão	28,50		0,57	29,07		0,38	29,45	24,23
	Plásticos	25,00		0,50	25,50		0,33	25,83	21,26
	Vidro	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Compósitos	2,50		0,05	2,55		0,03	2,58	2,13
	Têxteis	12,00		0,24	12,24		0,16	12,40	10,20
	Têxteis sanitários	16,90		0,34	17,24		0,23	17,46	14,37
	Metais	4,00		0,08	4,08		0,05	4,13	3,40
	Madeira	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Resíduos perigosos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos	0,20		0,00	0,20		0,00	0,21	0,17
	< 80 mm	18,00		0,36	18,36		0,24	18,60	15,31
	Total	117,60		2,35	119,95		1,57	121,52	100,00
Fração < 80 mm	Plásticos	3,50	0,81	0,03	3,53	1,27	0,04	3,57	2,04
	Vidro	0,50		0,00	0,50		0,01	0,51	0,29
	Compósitos	0,60		0,00	0,60		0,01	0,61	0,35
	Metais	1,00		0,01	1,01		0,01	1,02	0,58
	Finos (<20mm)	55,00		0,45	55,45		0,71	56,15	32,05
	> 20 mm	111,00		0,90	111,90		1,42	113,32	64,69
	Total	171,60		1,39	172,99		2,20	175,19	100,00
Volumosos	Bio-resíduos	0,00	0,00	0,00	0,00	1,27	0,00	0,00	0,00
	Papel/Cartão	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Plásticos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Vidro	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Compósitos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Têxteis	53,50		0,00	53,50		0,68	54,18	100,00
	Têxteis sanitários	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Metais	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Madeira	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Resíduos perigosos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Total	53,50		0,00	53,50		0,68	54,18	100,00

* Erro percentual em relação ao total obtido após passagem na linha de processo

** Erro percentual em relação ao total acertado após passagem na linha de processo

Tabela C.6. Resultados da 2ª amostra (2ª campanha) efetuada na UPRA

AMOSTRA 2 (2ª Campanha – Riba d'Ave)									
Dados da Caraterização			Fluxo de Resíduos		Peso (kg)	Erro (%)	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Proveniência da viatura		Município de Guimarães	Amostra entrada linha		350,00	0,00			
Matrícula da viatura		55-36-XR	Fração > 80 mm		111,50		0,00	111,50	31,86
Peso líquido da viatura		8 540	Fração < 80 mm		202,50		0,00	202,50	57,86
Data da recolha		20/07/15	Volumosos		36,00		0,00	36,00	10,29
Hora de chegada		18:35:57	Perdas na linha		0,00				
Data de caraterização		21/07/15	Amostra total após linha		350,00		0,00	350,00	100,00
FLUXOS TRIADOS									
Fluxo	Categoria	Peso (kg)	Erro (%)*	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Erro (%)**	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	Bio-resíduos	2,50	0,90	0,02	2,52	0,01	0,00	2,52	2,26
	Papel/cartão	21,50		0,19	21,69		0,00	21,69	19,46
	Plásticos	28,00		0,25	28,25		0,00	28,25	25,34
	Vidro	1,00		0,01	1,01		0,00	1,01	0,90
	Compósitos	2,00		0,02	2,02		0,00	2,02	1,81
	Têxteis	16,50		0,15	16,65		0,00	16,65	14,93
	Têxteis sanitários	8,50		0,08	8,58		0,00	8,58	7,69
	Metais	6,00		0,05	6,05		0,00	6,05	5,43
	Madeira	3,00		0,03	3,03		0,00	3,03	2,71
	Resíduos perigosos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos	4,00		0,04	4,04		0,00	4,04	3,62
	< 80 mm	17,50		0,16	17,66		0,00	17,66	15,84
	Total	110,50		0,99	111,49		0,01	111,50	100,00
Fração < 80 mm	Plásticos	4,50	1,23	0,06	4,56	0,02	0,00	4,56	2,25
	Vidro	6,00		0,07	6,07		0,00	6,07	3,00
	Compósitos	0,50		0,01	0,51		0,00	0,51	0,25
	Metais	2,00		0,02	2,02		0,00	2,02	1,00
	Finos (<20mm)	81,50		1,01	82,51		0,01	82,52	40,75
	> 20 mm	105,50		1,30	106,80		0,02	106,82	52,75
	Total	200,00		2,47	202,47		0,03	202,50	100,00
Volumosos	Bio-resíduos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Papel/Cartão	2,00		0,00	2,00		0,00	2,00	5,56
	Plásticos	3,50		0,00	3,50		0,00	3,50	9,72
	Vidro	1,00		0,00	1,00		0,00	1,00	2,78
	Compósitos	7,00		0,00	7,00		0,00	7,00	19,44
	Têxteis	15,00		0,00	15,00		0,00	15,00	41,67
	Têxteis sanitários	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Metais	3,00		0,00	3,00		0,00	3,00	8,33
	Madeira	1,00		0,00	1,00		0,00	1,00	2,78
	Resíduos perigosos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos	3,50		0,00	3,50		0,00	3,50	9,72
	Total	36,00		0,00	36,00		0,00	36,00	100,00

* Erro percentual em relação ao total obtido após passagem na linha de processo

** Erro percentual em relação ao total acertado após passagem na linha de processo

Tabela C.7. Resultados da 3ª amostra (2ª campanha) efetuada na UPRA

AMOSTRA 3 (2ª Campanha – Riba d'Ave)										
Dados da Caraterização			Fluxo de Resíduos		Peso (kg)	Erro (%)	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)	
Proveniência da viatura		Município de Santo Tirso	Amostra entrada linha		353,00	0,99				
Matrícula da viatura		04-GC-90	Fração > 80 mm		134,00		1,33	135,33	38,34	
Peso líquido da viatura		11 900	Fração < 80 mm		179,00		1,77	180,77	51,22	
Data da recolha		21/07/15	Volumosos		36,50		0,36	36,86	10,44	
Hora de chegada		00:36:59	Perdas na linha		3,50					
Data de caraterização		21/07/15	Amostra total após linha		349,50		3,47	352,97	100,00	
FLUXOS TRIADOS										
Fluxo	Categoria		Peso (kg)	Erro (%)*	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Erro (%)**	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	Bio-resíduos		13,50	1,72	0,23	13,73	1,01	0,14	13,87	10,25
	Papel/cartão		23,50		0,40	23,90		0,24	24,15	17,84
	Plásticos		27,50		0,47	27,97		0,28	28,25	20,88
	Vidro		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Compósitos		5,00		0,09	5,09		0,05	5,14	3,80
	Têxteis		25,00		0,43	25,43		0,26	25,69	18,98
	Têxteis sanitários		12,50		0,21	12,71		0,13	12,84	9,49
	Metais		4,00		0,07	4,07		0,04	4,11	3,04
	Madeira		1,00		0,02	1,02		0,01	1,03	0,76
	Resíduos perigosos		0,20		0,00	0,20		0,00	0,21	0,15
	Outros resíduos		2,00		0,03	2,03		0,02	2,05	1,52
	< 80 mm		17,50		0,30	17,80		0,18	17,98	13,29
	Total		131,70		2,26	133,96		1,35	135,31	100,00
Fração < 80 mm	Plásticos		3,50	0,00	0,00	3,50	0,98	0,03	3,53	1,96
	Vidro		2,50		0,00	2,50		0,02	2,52	1,40
	Compósitos		0,50		0,00	0,50		0,00	0,50	0,28
	Metais		1,50		0,00	1,50		0,01	1,51	0,84
	Finos (<20mm)		55,50		0,00	55,50		0,54	56,04	31,01
	> 20 mm		115,50		0,00	115,50		1,13	116,63	64,53
	Total		179,00		0,00	179,00		1,76	180,76	100,00
Volumosos	Bio-resíduos		7,00	1,37	0,10	7,10	1,00	0,07	7,17	19,44
	Papel/Cartão		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Plásticos		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Vidro		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Compósitos		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Têxteis		29,00		0,40	29,40		0,29	29,69	80,56
	Têxteis sanitários		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Metais		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Madeira		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Resíduos perigosos		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Total		36,00		0,49	36,49		0,37	36,86	100,00

* Erro percentual em relação ao total obtido após passagem na linha de processo

** Erro percentual em relação ao total acertado após passagem na linha de processo

Tabela C.8. Resultados da 4ª amostra (2ª campanha) efetuada na UPRA

AMOSTRA 4 (2ª Campanha – Riba d'Ave)									
Dados da Caraterização			Fluxo de Resíduos		Peso (kg)	Erro (%)	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Proveniência da viatura		Município de Vila Nova de Famalicão	Amostra entrada linha		353,00	1,84			
Matrícula da viatura		36-87-FG	Fração > 80 mm		149,00		2,74	151,74	43,00
Peso líquido da viatura		6 600	Fração < 80 mm		188,00		3,46	191,46	54,26
Data da recolha		22/07/15	Volumosos		9,50		0,17	9,67	2,74
Hora de chegada		18:55:36	Perdas na linha		6,50				
Data de caraterização		23/07/15	Amostra total após linha		346,50		6,38	352,88	100,00
FLUXOS TRIADOS									
Fluxo	Categoria	Peso (kg)	Erro (%)*	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Erro (%)**	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	Bio-resíduos	10,50	2,75	0,29	10,79	1,88	0,20	10,99	7,25
	Papel/cartão	32,00		0,88	32,88		0,62	33,50	22,08
	Plásticos	38,50		1,06	39,56		0,74	40,30	26,57
	Vidro	0,20		0,01	0,21		0,00	0,21	0,14
	Compósitos	2,00		0,06	2,06		0,04	2,09	1,38
	Têxteis	5,50		0,15	5,65		0,11	5,76	3,80
	Têxteis sanitários	23,50		0,65	24,15		0,45	24,60	16,22
	Metais	4,00		0,11	4,11		0,08	4,19	2,76
	Madeira	0,20		0,01	0,21		0,00	0,21	0,14
	Resíduos perigosos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos	2,50		0,07	2,57		0,05	2,62	1,73
	< 80 mm	26,00		0,72	26,72		0,50	27,22	17,94
	Total	144,90		3,99	148,89		2,80	151,69	100,00
Fração < 80 mm	Plásticos	3,50	0,27	0,01	3,51	1,81	0,06	3,57	1,87
	Vidro	2,50		0,01	2,51		0,05	2,55	1,33
	Compósitos	0,50		0,00	0,50		0,01	0,51	0,27
	Metais	1,00		0,00	1,00		0,02	1,02	0,53
	Finos (<20mm)	66,50		0,18	66,68		1,21	67,88	35,47
	> 20 mm	113,50		0,30	113,80		2,06	115,86	60,53
	Total	187,50		0,50	188,00		3,40	191,40	100,00
Volumosos	Bio-resíduos	0,00	5,26	0,00	0,00	2,08	0,00	0,00	0,00
	Papel/Cartão	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Plásticos	5,00		0,26	5,26		0,11	5,37	55,56
	Vidro	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Compósitos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Têxteis	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Têxteis sanitários	4,00		0,21	4,21		0,09	4,30	44,44
	Metais	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Madeira	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Resíduos perigosos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Total	9,00		0,47	9,47		0,20	9,67	100,00

* Erro percentual em relação ao total obtido após passagem na linha de processo

** Erro percentual em relação ao total acertado após passagem na linha de processo

Tabela C.9. Resultados da 5ª amostra (2ª campanha) efetuada na UPRA

AMOSTRA 5 (2ª Campanha – Riba d'Ave)									
Dados da Caraterização			Fluxo de Resíduos		Peso (kg)	Erro (%)	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Proveniência da viatura		Município de Vizela	Amostra entrada linha		352,00	3,13			
Matrícula da viatura		87-BN-15	Fração > 80 mm		109,00		3,41	112,41	31,96
Peso líquido da viatura		7 600	Fração < 80 mm		202,00		6,31	208,31	59,24
Data da recolha		23/07/15	Volumosos		30,00		0,94	30,94	8,80
Hora de chegada		02:59:28	Perdas na linha		11,00				
Data de caraterização		23/07/15	Amostra total após linha		341,00		10,66	351,66	100,00
FLUXOS TRIADOS									
Fluxo	Categoria	Peso (kg)	Erro (%)*	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Erro (%)**	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	Bio-resíduos	8,00	2,75	0,22	8,22	3,10	0,26	8,48	7,55
	Papel/cartão	26,50		0,73	27,23		0,85	28,07	25,00
	Plásticos	33,00		0,91	33,91		1,05	34,96	31,13
	Vidro	0,20		0,01	0,21		0,01	0,21	0,19
	Compósitos	2,50		0,07	2,57		0,08	2,65	2,36
	Têxteis	7,50		0,21	7,71		0,24	7,95	7,08
	Têxteis sanitários	6,00		0,17	6,17		0,19	6,36	5,66
	Metais	4,50		0,12	4,62		0,14	4,77	4,25
	Madeira	1,00		0,03	1,03		0,03	1,06	0,94
	Resíduos perigosos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos	1,50		0,04	1,54		0,05	1,59	1,42
	< 80 mm	15,30		0,42	15,72		0,49	16,21	14,43
	Total	106,00		2,92	108,92		3,38	112,30	100,00
Fração < 80 mm	Plásticos	3,50	2,48	0,09	3,59	3,09	0,11	3,70	1,78
	Vidro	5,00		0,12	5,12		0,16	5,28	2,54
	Compósitos	0,50		0,01	0,51		0,02	0,53	0,25
	Metais	1,00		0,02	1,02		0,03	1,06	0,51
	Finos (<20mm)	75,50		1,87	77,37		2,39	79,76	38,32
	> 20 mm	111,50		2,76	114,26		3,53	117,79	56,60
	Total	197,00		4,88	201,88		6,24	208,11	100,00
Volumosos	Bio-resíduos	8,00	0,00	0,00	8,00	3,03	0,24	8,24	26,67
	Papel/Cartão	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Plásticos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Vidro	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Compósitos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Têxteis	20,00		0,00	20,00		0,61	20,61	66,67
	Têxteis sanitários	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Metais	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Madeira	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Resíduos perigosos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos	2,00		0,00	2,00		0,06	2,06	6,67
	Total	30,00		0,00	30,00		0,91	30,91	100,00

* Erro percentual em relação ao total obtido após passagem na linha de processo

** Erro percentual em relação ao total acertado após passagem na linha de processo

Tabela C.10. Resultados da 1ª amostra (1ª campanha) efetuada na UPCB

AMOSTRA 1 (1ª Campanha – Codessoso)										
Dados da Caraterização			Fluxo de Resíduos		Peso (kg)	Erro (%)	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)	
Proveniência da viatura		Município de Amarante	Amostra entrada linha		350,00	6,09				
Matrícula da viatura		79-CN-83	Fração > 80 mm		151,90		9,24	161,14	46,21	
Peso líquido da viatura		7 320	Fração < 80 mm		164,30		10,00	174,30	49,98	
Data da recolha		20/05/15	Volumosos		12,50		0,76	13,26	3,80	
Hora de chegada		00:19:23	Perdas na linha		21,30					
Data de caraterização		20/05/15	Amostra total após linha		328,70		20,00	348,70	100,00	
FLUXOS TRIADOS										
Fluxo	Categoria		Peso (kg)	Erro (%)*	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Erro (%)**	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	Bio-resíduos		7,75	2,14	0,17	7,92	5,78	0,46	8,37	5,21
	Papel/cartão		38,50		0,82	39,32		2,27	41,60	25,90
	Plásticos		27,65		0,59	28,24		1,63	29,87	18,60
	Vidro		0,15		0,00	0,15		0,01	0,16	0,10
	Compósitos		3,20		0,07	3,27		0,19	3,46	2,15
	Têxteis		6,00		0,13	6,13		0,35	6,48	4,04
	Têxteis sanitários		27,15		0,58	27,73		1,60	29,33	18,26
	Metais		3,70		0,08	3,78		0,22	4,00	2,49
	Madeira		0,50		0,01	0,51		0,03	0,54	0,34
	Resíduos perigosos		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos		6,45		0,14	6,59		0,38	6,97	4,34
	< 80 mm		27,60		0,59	28,19		1,63	29,82	18,57
	Total		148,65		3,18	151,83		8,78	160,61	100,00
Fração < 80 mm	Plásticos		6,65	1,10	0,07	6,72	5,75	0,39	7,11	4,09
	Vidro		4,80		0,05	4,85		0,28	5,13	2,95
	Compósitos		1,75		0,02	1,77		0,10	1,87	1,08
	Metais		3,50		0,04	3,54		0,20	3,74	2,15
	Finos (<20mm)		66,05		0,72	66,77		3,84	70,61	40,65
	> 20 mm		79,75		0,87	80,62		4,63	85,26	49,08
	Total		162,50		1,78	164,28		9,44	173,72	100,00
Volumosos	Bio-resíduos		0,00	0,00	0,00	0,00	5,74	0,00	0,00	0,00
	Papel/Cartão		0,60		0,00	0,60		0,03	0,63	4,80
	Plásticos		0,65		0,00	0,65		0,04	0,69	5,20
	Vidro		0,15		0,00	0,15		0,01	0,16	1,20
	Compósitos		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Têxteis		5,15		0,00	5,15		0,30	5,45	41,20
	Têxteis sanitários		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Metais		0,30		0,00	0,30		0,02	0,32	2,40
	Madeira		0,85		0,00	0,85		0,05	0,90	6,80
	Resíduos perigosos		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos		4,80		0,00	4,80		0,28	5,08	38,40
	Total		12,50		0,00	12,50		0,72	13,22	100,00

* Erro percentual em relação ao total obtido após passagem na linha de processo

** Erro percentual em relação ao total acertado após passagem na linha de processo

Tabela C.11. Resultados da 2ª amostra (1ª campanha) efetuada na UPCB

AMOSTRA 2 (1ª Campanha – Codessoso)									
Dados da Caraterização			Fluxo de Resíduos		Peso (kg)	Erro (%)	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Proveniência da viatura		Município de Mondim de Basto	Amostra entrada linha		350,00	0,00			
Matrícula da viatura		92-53-GM	Fração > 80 mm		170,55		0,00	170,55	48,73
Peso líquido da viatura		4 600	Fração < 80 mm		154,65		0,00	154,65	44,19
Data da recolha		21/05/15	Volumosos		24,80		0,00	24,80	7,09
Hora de chegada		10:14:53	Perdas na linha		0,00				
Data de caraterização		21/05/15	Amostra total após linha		350,00		0,00	350,00	100,00
FLUXOS TRIADOS									
Fluxo	Categoria	Peso (kg)	Erro (%)*	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Erro (%)**	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	Bio-resíduos	22,35	0,09	0,02	22,37	0,00	0,00	22,37	13,12
	Papel/cartão	31,00		0,03	31,03		0,00	31,03	18,19
	Plásticos	25,00		0,02	25,02		0,00	25,02	14,67
	Vidro	0,55		0,00	0,55		0,00	0,55	0,32
	Compósitos	3,80		0,00	3,80		0,00	3,80	2,23
	Têxteis	11,30		0,01	11,31		0,00	11,31	6,63
	Têxteis sanitários	29,00		0,03	29,03		0,00	29,03	17,02
	Metais	3,90		0,00	3,90		0,00	3,90	2,29
	Madeira	0,05		0,00	0,05		0,00	0,05	0,03
	Resíduos perigosos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos	6,60		0,01	6,61		0,00	6,61	3,87
	< 80 mm	36,85		0,03	36,88		0,00	36,88	21,63
	Total	170,4		0,15	170,55		0,00	170,55	100,00
	Fração < 80 mm	Plásticos		4,30	1,39		0,06	4,36	0,02
Vidro		8,10	0,11	8,21		0,00	8,21	5,31	
Compósitos		0,50	0,01	0,51		0,00	0,51	0,33	
Metais		2,80	0,04	2,84		0,00	2,84	1,84	
Finos (<20mm)		49,05	0,68	49,73		0,01	49,74	32,16	
> 20 mm		87,75	1,22	88,97		0,02	88,99	57,54	
Total		152,50	2,12	154,62		0,03	154,65	100,00	
Volumosos	Bio-resíduos	12,65	0,00	0,00	12,65	0,00	0,00	12,65	51,01
	Papel/Cartão	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Plásticos	1,00		0,00	1,00		0,00	1,00	4,03
	Vidro	0,85		0,00	0,85		0,00	0,85	3,43
	Compósitos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Têxteis	9,10		0,00	9,10		0,00	9,10	36,69
	Têxteis sanitários	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Metais	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Madeira	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Resíduos perigosos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos	1,20		0,00	1,20		0,00	1,20	4,84
	Total	24,80		0,00	24,80		0,00	24,80	100,00

* Erro percentual em relação ao total obtido após passagem na linha de processo

** Erro percentual em relação ao total acertado após passagem na linha de processo

Tabela C.12. Resultados da 3ª amostra (1ª campanha) efetuada na UPCB

AMOSTRA 3 (1ª Campanha – Codessoso)									
Dados da Caracterização			Fluxo de Resíduos		Peso (kg)	Erro (%)	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Proveniência da viatura		Município de Cabeceiras de Basto	Amostra entrada linha		365,40	3,09			
Matrícula da viatura		02-TJ-09	Fração > 80 mm		222,80		6,89	229,69	62,92
Peso líquido da viatura		19 020	Fração < 80 mm		123,80		3,83	127,63	34,96
Data da recolha		01/06/15	Volumosos		7,50		0,23	7,73	2,12
Hora de chegada		10:13:34	Perdas na linha		11,30				
Data de caracterização		01/06/15	Amostra total após linha		354,10		10,95	365,05	100,00
FLUXOS TRIADOS									
Fluxo	Categoria	Peso (kg)	Erro (%)*	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Erro (%)**	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	Bio-resíduos	18,25	1,30	0,24	18,49	3,02	0,56	19,05	8,30
	Papel/cartão	33,75		0,44	34,19		1,03	35,22	15,35
	Plásticos	45,00		0,59	45,59		1,37	46,96	20,46
	Vidro	0,40		0,01	0,41		0,01	0,42	0,18
	Compósitos	5,95		0,08	6,03		0,18	6,21	2,71
	Têxteis	8,10		0,11	8,21		0,25	8,45	3,68
	Têxteis sanitários	36,80		0,48	37,28		1,12	38,40	16,73
	Metais	5,20		0,07	5,27		0,16	5,43	2,36
	Madeira	0,65		0,01	0,66		0,02	0,68	0,30
	Resíduos perigosos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos	7,45		0,10	7,55		0,23	7,77	3,39
	< 80 mm	58,35		0,76	59,11		1,78	60,89	26,53
	Total	219,90		2,86	222,76		6,72	229,48	100,00
Fração < 80 mm	Plásticos	4,75	0,81	0,04	4,79	3,01	0,14	4,93	3,87
	Vidro	5,00		0,04	5,04		0,15	5,19	4,07
	Compósitos	0,80		0,01	0,81		0,02	0,83	0,65
	Metais	2,25		0,02	2,27		0,07	2,34	1,83
	Finos (<20mm)	41,80		0,34	42,14		1,27	43,40	34,04
	> 20 mm	68,20		0,55	68,75		2,07	70,82	55,54
	Total	122,80		0,99	123,79		3,72	127,51	100,00
Volumosos	Bio-resíduos	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00
	Papel/Cartão	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Plásticos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Vidro	1,00		0,00	1,00		0,03	1,03	13,33
	Compósitos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Têxteis	6,50		0,00	6,50		0,19	6,69	86,67
	Têxteis sanitários	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Metais	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Madeira	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Resíduos perigosos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Total	7,50		0,00	7,50		0,22	7,72	100,00

* Erro percentual em relação ao total obtido após passagem na linha de processo

** Erro percentual em relação ao total acertado após passagem na linha de processo

Tabela C.13. Resultados da 4ª amostra (1ª campanha) efetuada na UPCB

AMOSTRA 4 (1ª Campanha – Codessoso)									
Dados da Caraterização			Fluxo de Resíduos		Peso (kg)	Erro (%)	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Proveniência da viatura		Município de Amarante	Amostra entrada linha		350,90	0,21			
Matrícula da viatura		52-MN-40	Fração > 80 mm		161,30		0,34	161,64	46,07
Peso líquido da viatura		1 840	Fração < 80 mm		160,85		0,34	161,19	45,94
Data da recolha		02/06/15	Volumosos		28,00		0,06	28,06	8,00
Hora de chegada		17:49:24	Perdas na linha		0,75				
Data de caraterização		03/06/15	Amostra total após linha		350,15		0,75	350,90	100,00
FLUXOS TRIADOS									
Fluxo	Categoria	Peso (kg)	Erro (%)*	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Erro (%)**	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	Bio-resíduos	8,55	0,93	0,08	8,63	0,22	0,02	8,65	5,35
	Papel/cartão	31,45		0,29	31,74		0,07	31,81	19,68
	Plásticos	31,75		0,30	32,05		0,07	32,12	19,87
	Vidro	0,10		0,00	0,10		0,00	0,10	0,06
	Compósitos	4,50		0,04	4,54		0,01	4,55	2,82
	Têxteis	9,20		0,09	9,29		0,02	9,31	5,76
	Têxteis sanitários	30,00		0,28	30,28		0,07	30,35	18,77
	Metais	2,10		0,02	2,12		0,00	2,12	1,31
	Madeira	0,95		0,01	0,96		0,00	0,96	0,59
	Resíduos perigosos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos	3,95		0,04	3,99		0,01	4,00	2,47
	< 80 mm	37,25		0,35	37,60		0,08	37,68	23,31
	Total	159,80		1,49	161,29		0,36	161,64	100,00
	Fração < 80 mm	Plásticos		4,85	0,00		0,00	4,85	0,21
Vidro		2,10	0,00	2,10		0,00	2,10	1,31	
Compósitos		1,50	0,00	1,50		0,00	1,50	0,93	
Metais		2,80	0,00	2,80		0,01	2,81	1,74	
Finos (<20mm)		51,90	0,00	51,90		0,11	52,01	32,27	
> 20 mm		97,70	0,00	97,70		0,21	97,91	60,74	
Total		160,85	0,00	160,85		0,34	161,19	100,00	
Volumosos	Bio-resíduos	5,50	0,00	0,00	5,50	0,21	0,01	5,51	19,64
	Papel/Cartão	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Plásticos	1,20		0,00	1,20		0,00	1,20	4,29
	Vidro	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Compósitos	1,85		0,00	1,85		0,00	1,85	6,61
	Têxteis	9,30		0,00	9,30		0,02	9,32	33,21
	Têxteis sanitários	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Metais	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Madeira	0,70		0,00	0,70		0,00	0,70	2,50
	Resíduos perigosos	5,50		0,00	5,50		0,01	5,51	19,64
	Outros resíduos	3,95		0,00	3,95		0,01	3,96	14,11
	Total	28,00		0,00	28,00		0,06	28,06	100,00

* Erro percentual em relação ao total obtido após passagem na linha de processo

** Erro percentual em relação ao total acertado após passagem na linha de processo

Tabela C.14. Resultados da 5ª amostra (1ª campanha) efetuada na UPCB

AMOSTRA 5 (1ª Campanha – Codessoso)									
Dados da Caraterização			Fluxo de Resíduos		Peso (kg)	Erro (%)	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Proveniência da viatura		Município de Marco de Canaveses	Amostra entrada linha		352,50	2,99			
Matrícula da viatura		18-HV-96	Fração > 80 mm		173,60		5,20	178,80	50,77
Peso líquido da viatura		9 780	Fração < 80 mm		153,00		4,58	157,58	44,74
Data da recolha		26/06/15	Volumosos		15,35		0,46	15,81	4,49
Hora de chegada		01:00:47	Perdas na linha		10,55				
Data de caraterização		26/06/15	Amostra total após linha		341,95		10,23	352,18	100,00
FLUXOS TRIADOS									
Fluxo	Categoria	Peso (kg)	Erro (%)*	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Erro (%)**	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	Bio-resíduos	11,37	2,44	0,28	11,65	2,96	0,35	12,00	6,72
	Papel/cartão	35,66		0,87	36,53		1,08	37,61	21,05
	Plásticos	42,91		1,05	43,96		1,30	45,26	25,34
	Vidro	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Compósitos	4,73		0,12	4,85		0,14	4,99	2,79
	Têxteis	4,49		0,11	4,60		0,14	4,73	2,65
	Têxteis sanitários	16,48		0,40	16,88		0,50	17,38	9,73
	Metais	6,82		0,17	6,99		0,21	7,20	4,03
	Madeira	0,86		0,02	0,88		0,03	0,91	0,51
	Resíduos perigosos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos	1,84		0,04	1,89		0,06	1,95	1,09
	< 80 mm	44,20		1,08	45,28		1,34	46,62	26,10
	Total	169,37		4,13	173,50		5,14	178,64	100,00
Fração < 80 mm	Plásticos	4,66	0,88	0,04	4,70	2,91	0,14	4,83	3,07
	Vidro	3,00		0,03	3,03		0,09	3,11	1,98
	Compósitos	0,78		0,01	0,78		0,02	0,81	0,51
	Metais	3,22		0,03	3,25		0,09	3,35	2,13
	Finos (<20mm)	39,94		0,35	40,29		1,17	41,47	26,34
	> 20 mm	100,05		0,88	100,93		2,94	103,87	65,98
	Total	151,65		1,34	152,99		4,46	157,45	100,00
Volumosos	Bio-resíduos	1,40	2,93	0,04	1,44	2,99	0,04	1,48	9,40
	Papel/Cartão	1,25		0,04	1,29		0,04	1,33	8,39
	Plásticos	4,20		0,12	4,32		0,13	4,45	28,19
	Vidro	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Compósitos	1,75		0,05	1,80		0,05	1,86	11,74
	Têxteis	4,65		0,14	4,79		0,14	4,93	31,21
	Têxteis sanitários	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Metais	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Madeira	0,70		0,02	0,72		0,02	0,74	4,70
	Resíduos perigosos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos	0,95		0,03	0,98		0,03	1,01	6,38
	Total	14,90		0,44	15,34		0,46	15,80	100,00

* Erro percentual em relação ao total obtido após passagem na linha de processo

** Erro percentual em relação ao total acertado após passagem na linha de processo

Tabela C.15. Resultados da 1ª amostra (2ª campanha) efetuada na UPCB

AMOSTRA 1 (2ª Campanha – Codessoso)										
Dados da Caraterização			Fluxo de Resíduos		Peso (kg)	Erro (%)	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)	
Proveniência da viatura		Município de Amarante	Amostra entrada linha		356,60	6,03				
Matrícula da viatura		54-41-LR	Fração > 80 mm		133,40		8,04	141,44	39,81	
Peso líquido da viatura		6 560	Fração < 80 mm		177,90		10,73	188,63	53,09	
Data da recolha		03/07/15	Volumosos		23,80		1,43	25,23	7,10	
Hora de chegada		10:26:31	Perdas na linha		21,50					
Data de caraterização		03/07/15	Amostra total após linha		335,10		20,20	355,30	100,00	
FLUXOS TRIADOS										
Fluxo	Categoria		Peso (kg)	Erro (%)*	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Erro (%)**	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	Bio-resíduos		12,55	1,54	0,19	12,74	5,71	0,73	13,47	9,55
	Papel/cartão		26,75		0,41	27,16		1,55	28,71	20,37
	Plásticos		26,90		0,41	27,31		1,56	28,87	20,48
	Vidro		0,55		0,01	0,56		0,03	0,59	0,42
	Compósitos		3,60		0,06	3,66		0,21	3,86	2,74
	Têxteis		4,60		0,07	4,67		0,27	4,94	3,50
	Têxteis sanitários		17,60		0,27	17,87		1,02	18,89	13,40
	Metais		4,25		0,07	4,32		0,25	4,56	3,24
	Madeira		1,70		0,03	1,73		0,10	1,82	1,29
	Resíduos perigosos		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos		2,80		0,04	2,84		0,16	3,01	2,13
	< 80 mm		30,05		0,46	30,51		1,74	32,25	22,88
	Total		131,35		2,02	133,37		7,61	140,98	100,00
Fração < 80 mm	Plásticos		5,20	1,74	0,09	5,29	5,71	0,30	5,59	2,97
	Vidro		5,30		0,09	5,39		0,31	5,70	3,03
	Compósitos		0,20		0,00	0,20		0,01	0,22	0,11
	Metais		3,40		0,06	3,46		0,20	3,66	1,95
	Finos (<20mm)		58,95		1,03	59,98		3,43	63,40	33,72
	> 20 mm		101,75		1,77	103,52		5,92	109,44	58,21
	Total		174,80		3,05	177,85		10,16	188,01	100,00
Volumosos	Bio-resíduos		12,70	4,83	0,61	13,31	5,91	0,79	14,10	56,07
	Papel/Cartão		0,15		0,01	0,16		0,01	0,17	0,66
	Plásticos		0,70		0,03	0,73		0,04	0,78	3,09
	Vidro		0,10		0,00	0,10		0,01	0,11	0,44
	Compósitos		2,65		0,13	2,78		0,16	2,94	11,70
	Têxteis		4,95		0,24	5,19		0,31	5,50	21,85
	Têxteis sanitários		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Metais		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Madeira		0,05		0,00	0,05		0,00	0,06	0,22
	Resíduos perigosos		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos		1,35		0,07	1,42		0,08	1,50	5,96
	Total		22,65		1,09	23,74		1,40	25,15	100,00

* Erro percentual em relação ao total obtido após passagem na linha de processo

** Erro percentual em relação ao total acertado após passagem na linha de processo

Tabela C.16. Resultados da 2ª amostra (2ª campanha) efetuada na UPCB

AMOSTRA 2 (2ª Campanha – Codessoso)										
Dados da Caraterização			Fluxo de Resíduos		Peso (kg)	Erro (%)	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)	
Proveniência da viatura		Município de Celorico de Basto	Amostra entrada linha		364,10	1,81				
Matrícula da viatura		88-37-OU	Fração > 80 mm		179,30		3,24	182,54	50,15	
Peso líquido da viatura		1 460	Fração < 80 mm		171,02		3,09	174,11	47,84	
Data da recolha		06/07/15	Volumosos		7,20		0,13	7,33	2,01	
Hora de chegada		12:19:30	Perdas na linha		6,58					
Data de caraterização		06/07/15	Amostra total após linha		357,52		6,46	363,98	100,00	
FLUXOS TRIADOS										
Fluxo	Categoria		Peso (kg)	Erro (%)*	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Erro (%)**	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	Bio-resíduos		17,10	2,43	0,42	17,52	1,83	0,32	17,84	9,78
	Papel/cartão		27,09		0,66	27,75		0,51	28,26	15,48
	Plásticos		39,60		0,96	40,56		0,74	41,31	22,64
	Vidro		0,57		0,01	0,59		0,01	0,60	0,33
	Compósitos		5,85		0,14	6,00		0,11	6,11	3,35
	Têxteis		6,31		0,15	6,47		0,12	6,59	3,61
	Têxteis sanitários		33,63		0,82	34,45		0,63	35,08	19,22
	Metais		4,53		0,11	4,64		0,09	4,73	2,59
	Madeira		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Resíduos perigosos		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos		0,46		0,01	0,47		0,01	0,48	0,26
	< 80 mm		39,78		0,97	40,75		0,75	41,50	22,74
	Total		174,94		4,25	179,19		3,28	182,48	100,00
	Fração < 80 mm	Plásticos			6,08	2,44		0,15	6,22	1,83
Vidro		2,58	0,06	2,64	0,05		2,69	1,55		
Compósitos		0,40	0,01	0,41	0,01		0,42	0,24		
Metais		1,26	0,03	1,29	0,02		1,32	0,76		
Finos (<20mm)		33,30	0,81	34,11	0,63		34,73	19,96		
> 20 mm		123,24	3,00	126,24	2,31		128,56	73,86		
Total		166,85	4,07	170,92	3,13		174,05	100,00		
Volumosos	Bio-resíduos		1,15	11,81	0,14	1,29	3,14	0,04	1,33	18,11
	Papel/Cartão		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Plásticos		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Vidro		0,85		0,10	0,95		0,03	0,98	13,39
	Compósitos		1,35		0,16	1,51		0,05	1,56	21,26
	Têxteis		3,00		0,35	3,35		0,11	3,46	47,24
	Têxteis sanitários		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Metais		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Madeira		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Resíduos perigosos		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Total		6,35		0,75	7,10		0,22	7,32	100,00

* Erro percentual em relação ao total obtido após passagem na linha de processo

** Erro percentual em relação ao total acertado após passagem na linha de processo

Tabela C.17. Resultados da 3ª amostra (2ª campanha) efetuada na UPCB

AMOSTRA 3 (2ª Campanha – Codessoso)										
Dados da Caraterização			Fluxo de Resíduos		Peso (kg)	Erro (%)	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)	
Proveniência da viatura		Município de Amarante	Amostra entrada linha		354,90	3,14				
Matrícula da viatura		49-25-DE	Fração > 80 mm		177,10		5,56	182,66	51,52	
Peso líquido da viatura		8 900	Fração < 80 mm		154,00		4,84	158,84	44,80	
Data da recolha		08/07/15	Volumosos		12,65		0,40	13,05	3,68	
Hora de chegada		11:08:29	Perdas na linha		11,15					
Data de caraterização		08/07/15	Amostra total após linha		343,75		10,80	354,55	100,00	
FLUXOS TRIADOS										
Fluxo	Categoria		Peso (kg)	Erro (%)*	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Erro (%)**	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	Bio-resíduos		18,45	1,44	0,27	18,72	3,07	0,57	19,29	10,57
	Papel/cartão		35,10		0,51	35,61		1,09	36,70	20,11
	Plásticos		31,90		0,46	32,36		0,99	33,35	18,28
	Vidro		0,70		0,01	0,71		0,02	0,73	0,40
	Compósitos		15,65		0,23	15,88		0,49	16,36	8,97
	Têxteis		18,80		0,27	19,07		0,58	19,66	10,77
	Têxteis sanitários		10,55		0,15	10,70		0,33	11,03	6,04
	Metais		3,90		0,06	3,96		0,12	4,08	2,23
	Madeira		1,25		0,02	1,27		0,04	1,31	0,72
	Resíduos perigosos		0,10		0,00	0,10		0,00	0,10	0,06
	Outros resíduos		2,20		0,03	2,23		0,07	2,30	1,26
	< 80 mm		35,95		0,52	36,47		1,12	37,59	20,60
	Total		174,55		2,51	177,06		5,43	182,49	100,00
Fração < 80 mm	Plásticos		5,20	3,90	0,20	5,40	3,19	0,17	5,58	3,51
	Vidro		3,05		0,12	3,17		0,10	3,27	2,06
	Compósitos		0,45		0,02	0,47		0,01	0,48	0,30
	Metais		3,05		0,12	3,17		0,10	3,27	2,06
	Finos (<20mm)		39,95		1,56	41,51		1,33	42,83	26,99
	> 20 mm		96,30		3,75	100,05		3,19	103,25	65,07
	Total		148,00		5,77	153,77		4,91	158,68	100,00
Volumosos	Bio-resíduos		2,50	3,56	0,09	2,59	3,17	0,08	2,67	20,49
	Papel/Cartão		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Plásticos		0,40		0,01	0,41		0,01	0,43	3,28
	Vidro		1,20		0,04	1,24		0,04	1,28	9,84
	Compósitos		1,25		0,04	1,29		0,04	1,34	10,25
	Têxteis		6,70		0,24	6,94		0,22	7,16	54,92
	Têxteis sanitários		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Metais		0,15		0,01	0,16		0,00	0,16	1,23
	Madeira		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Resíduos perigosos		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Total		12,20		0,43	12,63		0,40	13,03	100,00

* Erro percentual em relação ao total obtido após passagem na linha de processo

** Erro percentual em relação ao total acertado após passagem na linha de processo

Tabela C.18. Resultados da 4ª amostra (2ª campanha) efetuada na UPCB

AMOSTRA 4 (2ª Campanha – Codessoso)									
Dados da Caraterização			Fluxo de Resíduos		Peso (kg)	Erro (%)	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Proveniência da viatura		Município de Marco de Canaveses	Amostra entrada linha		375,70	0,19			
Matrícula da viatura		47-HT-70	Fração > 80 mm		137,50		0,26	137,76	36,67
Peso líquido da viatura		1 120	Fração < 80 mm		221,30		0,41	221,71	59,01
Data da recolha		14/07/15	Volumosos		16,20		0,03	16,23	4,32
Hora de chegada		08:57:10	Perdas na linha		0,70				
Data de caraterização		14/07/15	Amostra total após linha		375,00		0,70	375,70	100,00
FLUXOS TRIADOS									
Fluxo	Categoria	Peso (kg)	Erro (%)*	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Erro (%)**	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	Bio-resíduos	11,25	0,25	0,03	11,28	0,19	0,02	11,30	8,20
	Papel/cartão	22,10		0,06	22,16		0,04	22,20	16,11
	Plásticos	35,00		0,09	35,09		0,07	35,15	25,52
	Vidro	1,30		0,00	1,30		0,00	1,31	0,95
	Compósitos	4,10		0,01	4,11		0,01	4,12	2,99
	Têxteis	9,75		0,02	9,77		0,02	9,79	7,11
	Têxteis sanitários	16,15		0,04	16,19		0,03	16,22	11,78
	Metais	4,70		0,01	4,71		0,01	4,72	3,43
	Madeira	0,50		0,00	0,50		0,00	0,50	0,36
	Resíduos perigosos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos	1,80		0,00	1,80		0,00	1,81	1,31
	< 80 mm	30,50		0,08	30,58		0,06	30,63	22,24
	Total	137,15		0,35	137,50		0,26	137,76	100,00
	Fração < 80 mm	Plásticos		0,15	0,32		0,00	0,15	0,19
Vidro		0,10	0,00	0,10		0,00	0,10	0,05	
Compósitos		0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	
Metais		2,30	0,01	2,31		0,00	2,31	1,04	
Finos (<20mm)		111,60	0,35	111,95		0,21	112,16	50,59	
> 20 mm		106,45	0,34	106,79		0,20	106,99	48,25	
Total		220,60	0,70	221,30		0,41	221,71	100,00	
Volumosos	Bio-resíduos	5,50	0,00	0,00	5,50	0,19	0,01	5,51	33,95
	Papel/Cartão	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Plásticos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Vidro	2,35		0,00	2,35		0,00	2,35	14,51
	Compósitos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Têxteis	3,70		0,00	3,70		0,01	3,71	22,84
	Têxteis sanitários	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Metais	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Madeira	3,70		0,00	3,70		0,01	3,71	22,84
	Resíduos perigosos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos	0,95		0,00	0,95		0,00	0,95	5,86
	Total	16,20		0,43	16,20		0,03	16,23	100,00

* Erro percentual em relação ao total obtido após passagem na linha de processo

** Erro percentual em relação ao total acertado após passagem na linha de processo

Tabela C.19. Resultados da 5ª amostra (2ª campanha) efetuada na UPCB

AMOSTRA 5 (2ª Campanha – Codessoso)									
Dados da Caraterização			Fluxo de Resíduos		Peso (kg)	Erro (%)	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Proveniência da viatura		Município de Marco de Canaveses	Amostra entrada linha		349,60	1,60			
Matrícula da viatura		40-HR-65	Fração > 80 mm		147,00		2,35	149,35	42,73
Peso líquido da viatura		9 700	Fração < 80 mm		165,00		2,64	167,64	47,97
Data da recolha		16/07/15	Volumosos		32,00		0,51	32,51	9,30
Hora de chegada		10:17:46	Perdas na linha		5,60				
Data de caraterização		16/07/15	Amostra total após linha		344,00		5,51	349,51	100,00
FLUXOS TRIADOS									
Fluxo	Categoria	Peso (kg)	Erro (%)*	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Erro (%)**	Acerto (kg)	Peso acertado (kg)	Composição (%)
Fração > 80 mm	Bio-resíduos	10,75	0,15	0,02	10,76	1,58	0,17	10,93	7,32
	Papel/cartão	27,60		0,04	27,64		0,44	28,08	18,81
	Plásticos	30,83		0,05	30,87		0,49	31,36	21,00
	Vidro	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Compósitos	8,48		0,01	8,50		0,13	8,63	5,78
	Têxteis	18,16		0,03	18,18		0,29	18,47	12,37
	Têxteis sanitários	13,01		0,02	13,03		0,21	13,23	8,86
	Metais	3,22		0,00	3,23		0,05	3,28	2,20
	Madeira	0,34		0,00	0,34		0,01	0,35	0,23
	Resíduos perigosos	0,23		0,00	0,23		0,00	0,23	0,15
	Outros resíduos	4,41		0,01	4,42		0,07	4,49	3,01
	< 80 mm	29,75		0,04	29,79		0,47	30,26	20,27
	Total	146,78		0,22	147,00		2,32	149,32	100,00
Fração < 80 mm	Plásticos	6,84	0,40	0,03	6,87	1,58	0,11	6,98	4,16
	Vidro	3,36		0,01	3,38		0,05	3,43	2,05
	Compósitos	0,68		0,00	0,69		0,01	0,70	0,42
	Metais	2,51		0,01	2,52		0,04	2,56	1,53
	Finos (<20mm)	63,62		0,25	63,87		1,01	64,88	38,71
	> 20 mm	87,33		0,35	87,68		1,38	89,06	53,14
	Total	164,35		0,65	165,00		2,60	167,60	100,00
Volumosos	Bio-resíduos	17,37	0,01	0,00	17,38	1,58	0,27	17,65	54,30
	Papel/Cartão	0,16		0,00	0,16		0,00	0,16	0,50
	Plásticos	3,26		0,00	3,26		0,05	3,31	10,19
	Vidro	0,42		0,00	0,42		0,01	0,42	1,30
	Compósitos	0,59		0,00	0,59		0,01	0,60	1,85
	Têxteis	8,00		0,00	8,00		0,13	8,13	25,00
	Têxteis sanitários	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Metais	1,19		0,00	1,19		0,02	1,20	3,71
	Madeira	0,18		0,00	0,18		0,00	0,18	0,56
	Resíduos perigosos	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Outros resíduos	0,83		0,00	0,83		0,01	0,84	2,59
	Total	32,00		0,00	32,00		0,50	32,50	100,00

* Erro percentual em relação ao total obtido após passagem na linha de processo

** Erro percentual em relação ao total acertado após passagem na linha de processo

Tabela C.20. Análise estatística da 1ª campanha realizada na UPRA

Categoria	Amostra 2 (kg)	Amostra 3 (kg)	Amostra 4 (kg)	Amostra 5 (kg)	Mínimo (kg)	Máximo (kg)	Média (kg)	Mediana (kg)	Desvio padrão (kg)	Coefficiente de variação da amostra	Coefficiente de variação da média	Coefficiente de confiança	Intervalo de confiança (kg)			Intervalo de confiança (%)			Erro (%)	Composição (%)
Bio-resíduos	113,08	91,63	76,96	67,37	67,37	113,08	87,26	84,30	19,89	0,23	0,11	3,18	87,26	±	36,52	31,31	±	13,11	36,25%	31,31
Papel/cartão	36,58	24,75	24,98	31,25	24,75	36,58	29,39	28,12	5,66	0,19	0,10	3,18	29,39	±	10,39	10,55	±	3,73	30,63%	10,55
Plásticos	27,14	40,02	32,74	32,22	27,14	40,02	33,03	32,48	5,30	0,16	0,08	3,18	33,03	±	9,73	11,85	±	3,49	25,51%	11,85
Vidro	2,86	5,05	3,09	5,67	2,86	5,67	4,17	4,07	1,40	0,34	0,17	3,18	4,17	±	2,57	1,50	±	0,92	53,44%	1,50
Compósitos	3,39	4,95	5,72	6,00	3,39	6,00	5,02	5,33	1,17	0,23	0,12	3,18	5,02	±	2,14	1,80	±	0,77	37,02%	1,80
Têxteis	17,47	12,58	30,03	36,36	12,58	36,36	24,11	23,75	10,99	0,46	0,23	3,18	24,11	±	20,17	8,65	±	7,24	72,45%	8,65
Têxteis sanitários	11,67	20,73	10,93	19,19	10,93	20,73	15,63	15,43	5,05	0,32	0,16	3,18	15,63	±	9,27	5,61	±	3,33	51,36%	5,61
Metais	5,30	5,56	6,75	3,77	3,77	6,75	5,35	5,43	1,22	0,23	0,11	3,18	5,35	±	2,25	1,92	±	0,81	36,43%	1,92
Madeira	0,53	0,00	0,52	0,55	0,00	0,55	0,40	0,53	0,27	0,67	0,33	3,18	0,40	±	0,49	0,14	±	0,18	106,10%	0,14
Resíduos perigosos	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,22	0,05	0,00	0,11	2,00	1,00	3,18	0,05	±	0,20	0,02	±	0,07	318,00%	0,02
Outros resíduos	3,71	5,06	3,12	14,37	3,12	14,37	6,57	4,38	5,27	0,80	0,40	3,18	6,57	±	9,67	2,36	±	3,47	127,56%	2,36
Finos (<20mm)	45,01	71,16	78,90	75,73	45,01	78,90	67,70	73,44	15,46	0,23	0,11	3,18	67,70	±	28,38	24,29	±	10,18	36,30%	24,29
Total	266,75	281,49	273,75	292,70	200,94	359,22	278,67	277,26	11,12	0,04	0,02	3,18	278,67	±	20,42	100,00	±	7,33	6,35%	100,00

Tabela C.21. Análise estatística da 2ª campanha realizada na UPRA

<i>Categoria</i>	<i>Amostra 1 (kg)</i>	<i>Amostra 2 (kg)</i>	<i>Amostra 3 (kg)</i>	<i>Amostra 4 (kg)</i>	<i>Amostra 5 (kg)</i>	<i>Mínimo (kg)</i>	<i>Máximo (kg)</i>	<i>Média (kg)</i>	<i>Mediana (kg)</i>	<i>Desvio padrão (kg)</i>	<i>Coefficiente de variação amostra</i>	<i>Coefficiente de variação da média</i>	<i>Coefficiente de confiança</i>	<i>Intervalo de confiança (kg)</i>			<i>Intervalo de confiança (%)</i>			<i>Erro (%)</i>	<i>Composição (%)</i>
Bio-resíduos	76,81	64,76	88,34	82,53	83,72	64,76	88,34	79,23	82,53	9,07	0,11	0,05	2,78	79,23	±	12,61	27,82	±	4,43	14,24%	27,82
Papel/cartão	29,45	23,69	24,15	33,50	28,07	23,69	33,50	27,77	28,07	4,05	0,15	0,07	2,78	27,77	±	5,62	9,75	±	1,98	18,11%	9,75
Plásticos	29,41	36,31	31,79	49,25	38,66	29,41	49,25	37,08	36,31	7,71	0,21	0,09	2,78	37,08	±	10,72	13,02	±	3,77	25,86%	13,02
Vidro	0,51	8,08	2,52	2,76	5,49	0,51	8,08	3,87	2,76	2,95	0,76	0,34	2,78	3,87	±	4,10	1,36	±	1,44	94,53%	1,36
Compósitos	3,20	9,52	5,64	2,60	3,18	2,60	9,52	4,83	3,20	2,87	0,60	0,27	2,78	4,83	±	4,00	1,70	±	1,40	74,02%	1,70
Têxteis	66,58	31,65	55,38	5,76	28,55	5,76	66,58	37,58	31,65	23,91	0,64	0,28	2,78	37,58	±	33,24	13,20	±	11,67	79,10%	13,20
Têxteis sanitários	17,46	8,58	12,84	28,90	6,36	6,36	28,90	14,83	12,84	8,94	0,60	0,27	2,78	14,83	±	12,43	5,21	±	4,36	74,96%	5,21
Metais	5,15	11,08	5,62	5,21	5,82	5,15	11,08	6,58	5,62	2,53	0,38	0,17	2,78	6,58	±	3,52	2,31	±	1,24	47,85%	2,31
Madeira	0,00	4,03	1,03	0,21	1,06	0,00	4,03	1,26	1,03	1,62	1,28	0,57	2,78	1,26	±	2,25	0,44	±	0,79	158,84%	0,44
Resíduos perigosos	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,00	0,21	0,04	0,00	0,09	2,24	1,00	2,78	0,04	±	0,13	0,01	±	0,04	278,00%	0,01
Outros resíduos	0,21	7,54	2,05	2,62	3,65	0,21	7,54	3,21	2,62	2,72	0,85	0,38	2,78	3,21	±	3,78	1,13	±	1,33	105,29%	1,13
Finos (<20mm)	56,15	82,52	56,04	67,88	79,76	56,04	82,52	68,47	67,88	12,56	0,18	0,08	2,78	68,47	±	17,46	24,04	±	6,13	22,81%	24,04
Total	284,92	287,76	285,62	281,22	284,32	194,50	389,55	284,77	274,52	2,37	0,01	0,00	2,78	284,77	±	3,30	100,00	±	1,16	1,04%	100,00

Tabela C.22. Análise estatística da 1ª campanha realizada na UPCB

<i>Categoria</i>	<i>Amostra 1 (kg)</i>	<i>Amostra 2 (kg)</i>	<i>Amostra 3 (kg)</i>	<i>Amostra 4 (kg)</i>	<i>Amostra 5 (kg)</i>	<i>Mínimo (kg)</i>	<i>Máximo (kg)</i>	<i>Média (kg)</i>	<i>Mediana (kg)</i>	<i>Desvio padrão (kg)</i>	<i>Coefficiente de variação da amostra</i>	<i>Coefficiente de variação da média</i>	<i>Coefficiente de confiança</i>	<i>Intervalo de confiança (kg)</i>			<i>Intervalo de confiança (%)</i>			<i>Erro (%)</i>	<i>Composição (%)</i>
Bio-resíduos	65,91	97,95	84,90	81,95	88,73	65,91	97,95	83,89	84,90	11,72	0,14	0,06	2,78	83,89	±	16,29	29,22	±	5,67	17,37%	29,22
Papel/cartão	42,23	31,03	35,22	31,81	38,93	31,03	42,23	35,85	35,22	4,75	0,13	0,06	2,78	35,85	±	6,60	12,48	±	2,30	16,47%	12,48
Plásticos	37,67	30,38	51,89	38,18	54,55	30,38	54,55	42,53	38,18	10,27	0,24	0,11	2,78	42,53	±	14,28	14,81	±	4,97	30,03%	14,81
Vidro	5,45	9,61	6,64	2,21	3,11	2,21	9,61	5,41	5,45	2,95	0,55	0,24	2,78	5,41	±	4,10	1,88	±	1,43	67,77%	1,88
Compósitos	5,33	4,31	7,04	7,91	7,65	4,31	7,91	6,45	7,04	1,56	0,24	0,11	2,78	6,45	±	2,17	2,25	±	0,76	30,12%	2,25
Têxteis	11,93	20,41	15,15	18,63	9,66	9,66	20,41	15,15	15,15	4,48	0,30	0,13	2,78	15,15	±	6,23	5,28	±	2,17	36,74%	5,28
Têxteis sanitários	29,33	29,03	38,40	30,35	17,38	17,38	38,40	28,90	29,33	7,51	0,26	0,12	2,78	28,90	±	10,43	10,06	±	3,63	32,29%	10,06
Metais	8,06	6,74	7,76	4,93	10,54	4,93	10,54	7,61	7,76	2,05	0,27	0,12	2,78	7,61	±	2,85	2,65	±	0,99	33,46%	2,65
Madeira	1,44	0,05	0,68	1,66	1,65	0,05	1,66	1,10	1,44	0,71	0,65	0,29	2,78	1,10	±	0,99	0,38	±	0,34	80,49%	0,38
Resíduos perigosos	0,00	0,00	0,00	5,51	0,00	0,00	5,51	1,10	0,00	2,46	2,24	1,00	2,78	1,10	±	3,43	0,38	±	1,19	278,00%	0,38
Outros resíduos	12,04	7,81	7,77	7,95	2,95	2,95	12,04	7,71	7,81	3,22	0,42	0,19	2,78	7,71	±	4,48	2,68	±	1,56	51,96%	2,68
Finos (<20mm)	70,61	49,74	43,40	52,01	41,47	41,47	70,61	51,45	49,74	11,56	0,22	0,10	2,78	51,45	±	16,07	17,92	±	5,60	27,94%	17,92
Total	290,01	287,07	298,86	283,10	276,63	210,28	371,44	287,13	282,02	8,25	0,03	0,01	2,78	287,13	±	11,47	100,00	±	3,99	3,57%	100,00

Tabela C.23. Análise estatística da 2ª campanha realizada na UPCB

Categoria	Amostra 1 (kg)	Amostra 2 (kg)	Amostra 3 (kg)	Amostra 4 (kg)	Amostra 5 (kg)	Mínimo (kg)	Máximo (kg)	Média (kg)	Mediana (kg)	Desvio padrão (kg)	Coefficiente de variação da amostra	Coefficiente de variação da média	Coefficiente de confiança	Intervalo de confiança (kg)			Intervalo de confiança (%)			Erro (%)	Composição (%)
Bio-resíduos	98,42	104,19	92,38	85,62	88,24	85,62	104,19	93,77	92,38	7,57	0,08	0,04	2,78	93,77	±	10,52	32,50	±	3,65	10,03%	32,50
Papel/cartão	28,88	28,26	36,70	22,20	28,24	22,20	36,70	28,85	28,26	5,16	0,18	0,08	2,78	28,85	±	7,17	10,00	±	2,49	22,24%	10,00
Plásticos	35,24	47,64	39,35	35,31	41,65	35,24	47,64	39,84	39,35	5,15	0,13	0,06	2,78	39,84	±	7,16	13,81	±	2,48	16,07%	13,81
Vidro	6,40	4,27	5,28	3,76	3,85	3,76	6,40	4,71	4,27	1,12	0,24	0,11	2,78	4,71	±	1,56	1,63	±	0,54	29,56%	1,63
Compósitos	7,02	8,08	18,18	4,12	9,93	4,12	18,18	9,47	8,08	5,31	0,56	0,25	2,78	9,47	±	7,38	3,28	±	2,56	69,69%	3,28
Têxteis	10,43	10,04	26,81	13,50	26,60	10,04	26,81	17,48	13,50	8,53	0,49	0,22	2,78	17,48	±	11,86	6,06	±	4,11	60,68%	6,06
Têxteis sanitários	18,89	35,08	11,03	16,22	13,23	11,03	35,08	18,89	16,22	9,53	0,50	0,23	2,78	18,89	±	13,24	6,55	±	4,59	62,70%	6,55
Metais	8,22	6,04	7,51	7,03	7,04	6,04	8,22	7,17	7,04	0,79	0,11	0,05	2,78	7,17	±	1,10	2,48	±	0,38	13,75%	2,48
Madeira	1,88	0,00	1,31	4,21	0,53	0,00	4,21	1,58	1,31	1,63	1,03	0,46	2,78	1,58	±	2,27	0,55	±	0,79	128,24%	0,55
Resíduos perigosos	0,00	0,00	0,10	0,00	0,23	0,00	0,23	0,07	0,00	0,10	1,52	0,68	2,78	0,07	±	0,14	0,02	±	0,05	189,17%	0,02
Outros resíduos	4,50	0,48	2,30	2,76	5,33	0,48	5,33	3,07	2,76	1,91	0,62	0,28	2,78	3,07	±	2,65	1,07	±	0,92	77,18%	1,07
Finos (<20mm)	63,40	34,73	42,83	112,16	64,88	34,73	112,16	63,60	63,40	30,10	0,47	0,21	2,78	63,60	±	41,84	22,05	±	14,50	58,84%	22,05
Total	283,29	278,83	283,79	306,89	289,76	213,27	405,16	288,51	276,57	10,98	0,04	0,02	2,78	288,51	±	15,27	100,00	±	5,29	4,73%	100,00

ANEXO D – Resultados Estatísticos das Campanhas em Conjunto

Tabela D.1. Análise estatística da caracterização final da UPRA

<i>Categoria</i>	<i>Mínimo (kg)</i>	<i>Máximo (kg)</i>	<i>Média (kg)</i>	<i>Mediana (kg)</i>	<i>Desvio padrão (kg)</i>	<i>Coefficiente de variação da amostra</i>	<i>Coefficiente de variação da média</i>	<i>Coefficiente de confiança</i>	<i>Intervalo de confiança (kg)</i>			<i>Intervalo de confiança (%)</i>			<i>Erro (%)</i>	<i>Composição (%)</i>
Bio-resíduos	86,12	141,57	106,37	105,70	17,01	0,16	0,05	2,31	106,37	±	13,89	30,31	±	3,96	12,32%	30,31
Papel/cartão	36,05	45,24	41,40	43,10	3,23	0,08	0,03	2,31	41,40	±	2,64	11,80	±	0,75	6,00%	11,80
Plásticos	29,41	49,25	37,60	37,85	5,85	0,16	0,05	2,31	37,60	±	4,78	10,71	±	1,36	11,98%	10,71
Vidro	14,00	22,67	16,97	15,54	3,08	0,18	0,06	2,31	16,97	±	2,51	4,84	±	0,72	13,96%	4,84
Compósitos	9,51	13,30	11,27	10,93	1,17	0,10	0,03	2,31	11,27	±	0,95	3,21	±	0,27	7,99%	3,21
Têxteis	5,76	66,58	32,12	30,03	19,03	0,59	0,20	2,31	32,12	±	15,54	9,15	±	4,43	45,61%	9,15
Têxteis sanitários	6,36	28,90	17,66	17,46	7,72	0,44	0,15	2,31	17,66	±	6,31	5,03	±	1,80	33,68%	5,03
Metais	5,15	11,08	6,11	5,56	1,88	0,31	0,10	2,31	6,11	±	1,53	1,74	±	0,44	23,66%	1,74
Madeira	0,00	4,03	1,09	0,92	1,16	1,06	0,35	2,31	1,09	±	0,95	0,31	±	0,27	82,00%	0,31
Resíduos perigosos	0,50	2,90	1,40	1,25	0,73	0,52	0,17	2,31	1,40	±	0,59	0,40	±	0,17	39,88%	0,40
Outros resíduos	7,79	16,50	10,77	9,86	2,50	0,23	0,08	2,31	10,77	±	2,04	3,07	±	0,58	17,88%	3,07
Finos (<20mm)	45,01	82,52	68,13	71,16	12,99	0,19	0,06	2,31	68,13	±	10,61	19,42	±	3,02	14,68%	19,42
Total	245,66	484,53	350,89	349,36	5,89	0,02	0,01	2,31	350,89	±	4,81	100,00	±	1,37	1,29%	100,00

Tabela D.2. Análise estatística da caracterização final da UPCB

<i>Categoria</i>	<i>Mínimo (kg)</i>	<i>Máximo (kg)</i>	<i>Média (kg)</i>	<i>Mediana (kg)</i>	<i>Desvio padrão (kg)</i>	<i>Coefficiente de variação amostra</i>	<i>Coefficiente de variação da média</i>	<i>Coefficiente de confiança</i>	<i>Intervalo de confiança (kg)</i>			<i>Intervalo de confiança (%)</i>			<i>Erro (%)</i>	<i>Composição (%)</i>
Bio-resíduos	82,96	129,90	108,51	108,26	12,78	0,12	0,04	2,31	108,51	±	9,84	30,46	±	2,76	8,60%	30,46
Papel/cartão	39,04	51,16	45,14	46,06	4,68	0,10	0,03	2,31	45,14	±	3,60	12,67	±	1,01	7,57%	12,67
Plásticos	35,24	56,43	43,52	41,75	7,80	0,18	0,06	2,31	43,52	±	6,01	12,22	±	1,69	13,09%	12,22
Vidro	15,45	23,39	19,02	18,78	3,23	0,17	0,05	2,31	19,02	±	2,49	5,34	±	0,70	12,42%	5,34
Compósitos	7,65	18,65	12,68	11,76	3,16	0,25	0,08	2,31	12,68	±	2,43	3,56	±	0,68	18,20%	3,56
Têxteis	10,04	26,81	19,47	19,99	6,64	0,34	0,11	2,31	19,47	±	5,11	5,47	±	1,43	24,90%	5,47
Têxteis sanitários	13,23	44,49	27,01	28,98	10,17	0,38	0,12	2,31	27,01	±	7,83	7,58	±	2,20	27,51%	7,58
Metais	4,93	10,54	7,49	7,28	1,41	0,19	0,06	2,31	7,49	±	1,09	2,10	±	0,31	13,79%	2,10
Madeira	0,40	4,21	1,52	1,37	1,05	0,69	0,22	2,31	1,52	±	0,81	0,43	±	0,23	50,45%	0,43
Resíduos perigosos	0,80	5,51	1,82	1,62	1,36	0,75	0,24	2,31	1,82	±	1,05	0,51	±	0,29	54,83%	0,51
Outros resíduos	10,73	15,50	12,54	11,52	1,71	0,14	0,04	2,31	12,54	±	1,31	3,52	±	0,37	9,94%	3,52
Finos (<20mm)	34,73	112,16	57,52	50,88	22,43	0,39	0,12	2,31	57,52	±	17,27	16,15	±	4,85	28,49%	16,15
Total	255,22	498,77	356,24	348,23	8,96	0,03	0,01	2,31	356,24	±	6,90	100,00	±	1,94	1,84%	100,00

ANEXO E – Boletim de Análise Operativa do CDD

ANÁLISE OPERATIVA DO CDD																																					
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; min-height: 20px;">Data:</div>																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #f28b82;"> <th colspan="2" style="text-align: center; padding: 2px;">Amostra inicial</th> </tr> <tr style="background-color: #f28b82;"> <th style="text-align: center; padding: 2px;">Categoria</th> <th style="text-align: center; padding: 2px;">Peso (kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="padding: 2px;">Amostra entrada na linha</td><td style="padding: 2px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Fração < 80 mm</td><td style="padding: 2px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Fração > 80 mm</td><td style="padding: 2px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Volumosos</td><td style="padding: 2px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Perdas na linha</td><td style="padding: 2px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">AMOSTRA TOTAL</td><td style="padding: 2px;"></td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #f28b82;"> <th colspan="2" style="text-align: center; padding: 2px;">Amostra Fração > 80 mm</th> </tr> <tr style="background-color: #f28b82;"> <th style="text-align: center; padding: 2px;">Categoria</th> <th style="text-align: center; padding: 2px;">Peso (kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="padding: 2px;">Amostra entrada na linha</td><td style="padding: 2px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Fração < 80 mm</td><td style="padding: 2px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Fração > 80 mm</td><td style="padding: 2px;"></td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #f28b82;"> <th colspan="2" style="text-align: center; padding: 2px;">Amostra Fração < 80 mm</th> </tr> <tr style="background-color: #f28b82;"> <th style="text-align: center; padding: 2px;">Categoria</th> <th style="text-align: center; padding: 2px;">Peso (kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="padding: 2px;">Amostra entrada na linha</td><td style="padding: 2px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Fração < 80 mm</td><td style="padding: 2px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Fração > 80 mm</td><td style="padding: 2px;"></td></tr> </tbody> </table>	Amostra inicial		Categoria	Peso (kg)	Amostra entrada na linha		Fração < 80 mm		Fração > 80 mm		Volumosos		Perdas na linha		AMOSTRA TOTAL		Amostra Fração > 80 mm		Categoria	Peso (kg)	Amostra entrada na linha		Fração < 80 mm		Fração > 80 mm		Amostra Fração < 80 mm		Categoria	Peso (kg)	Amostra entrada na linha		Fração < 80 mm		Fração > 80 mm		<div style="border: 1px solid black; min-height: 300px; padding: 5px;">Observações:</div>
Amostra inicial																																					
Categoria	Peso (kg)																																				
Amostra entrada na linha																																					
Fração < 80 mm																																					
Fração > 80 mm																																					
Volumosos																																					
Perdas na linha																																					
AMOSTRA TOTAL																																					
Amostra Fração > 80 mm																																					
Categoria	Peso (kg)																																				
Amostra entrada na linha																																					
Fração < 80 mm																																					
Fração > 80 mm																																					
Amostra Fração < 80 mm																																					
Categoria	Peso (kg)																																				
Amostra entrada na linha																																					
Fração < 80 mm																																					
Fração > 80 mm																																					

Figura E.1. Boletim de análise operativa do CDD

FICHA DE ANÁLISE OPERATIVA DO CDD

Data:

08/07/15

Amostra inicial

<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Amostra entrada na linha	393,20
Fração > 80 mm	153,20
Fração < 80 mm	170,70
Volumosos	19,00
Perdas na linha	50,30
AMOSTRA TOTAL	342,90

Amostra Fração > 80 mm

<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Amostra entrada na linha	153,20
Fração > 80 mm	110,00
Fração < 80 mm	43,20

Amostra Fração < 80 mm

<i>Categoria</i>	<i>Peso (kg)</i>
Amostra entrada na linha	170,70
Fração > 80 mm	3,60
Fração < 80 mm	167,10

Observações:

Figura E.2. Boletim de análise operativa do CDD da amostra realizada

ANEXO F – Peso Específico das Amostras

Tabela F.1. Peso específico das amostras da 1ª campanha de caracterização realizada na UPRA

Peso Específico – 1ª Campanha na UPRA									
Amostra 1		Amostra 2*		Amostra 3		Amostra 4		Amostra 5	
Parâmetro	Peso (kg)	Parâmetro	Peso (kg)	Parâmetro	Peso (kg)	Parâmetro	Peso (kg)	Parâmetro	Peso (kg)
Tara contentor	2,5	Tara contentor		Tara contentor	2,5	Tara contentor	2,5	Tara contentor	2,5
Tara + SubA 1	16	Tara + SubA 1		Tara + SubA 1	22	Tara + SubA 1	16,5	Tara + SubA 1	11,5
Tara + SubA 2	15	Tara + SubA 2		Tara + SubA 2	12,5	Tara + SubA 2	18,5	Tara + SubA 2	17
Tara + SubA 3	16	Tara + SubA 3		Tara + SubA 3	16,5	Tara + SubA 3	18	Tara + SubA 3	16,5
SubA 1	13,5	SubA 1		SubA 1	19,5	SubA 1	14	SubA 1	9
SubA 2	12,5	SubA 2		SubA 2	10	SubA 2	16	SubA 2	14,5
SubA 3	13,5	SubA 3		SubA 3	14	SubA 3	15,5	SubA 3	14
Média (kg)	13,17	Média (kg)		Média (kg)	14,5	Média (kg)	15,2	Média (kg)	12,5
Volume (L)	50,00	Volume (L)		Volume (L)	50	Volume (L)	50,0	Volume (L)	50,0
Peso específico (kg/m³)	263,33	Peso específico (kg/m³)		Peso específico (kg/m³)	290,00	Peso específico (kg/m³)	303,33	Peso específico (kg/m³)	250,00

* Não efetuada; Sub – Subamostra

Tabela F.2. Peso específico médio da 1ª campanha de caracterização realizada na UPRA

Parâmetro	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Média
Peso específico (kg/m³)	263,33		290,00	303,33	250,00	276,67

Tabela F.3. Peso específico das amostras da 2ª campanha de caracterização realizada na UPRA

Peso específico – 2ª Campanha na UPRA									
Amostra 1		Amostra 2		Amostra 3		Amostra 4		Amostra 5	
Parâmetro	Peso (kg)	Parâmetro	Peso (kg)	Parâmetro	Peso (kg)	Parâmetro	Peso (kg)	Parâmetro	Peso (kg)
Tara contentor	2,50	Tara contentor	2,50	Tara contentor	2,50	Tara contentor	2,50	Tara contentor	2,50
Tara + SubA 1	24,50	Tara + SubA 1	18,50	Tara + SubA 1	21,50	Tara + SubA 1	13,00	Tara + SubA 1	14,00
Tara + SubA 2	20,50	Tara + SubA 2	22,00	Tara + SubA 2	16,50	Tara + SubA 2	17,50	Tara + SubA 2	17,50
Tara + SubA 3	20,00	Tara + SubA 3	15,00	Tara + SubA 3	11,00	Tara + SubA 3	19,50	Tara + SubA 3	14,50
SubA 1	22,00	SubA 1	16,00	SubA 1	19,00	SubA 1	10,50	SubA 1	11,50
SubA 2	18,00	SubA 2	19,50	SubA 2	14,00	SubA 2	15,00	SubA 2	15,00
SubA 3	17,50	SubA 3	12,50	SubA 3	8,50	SubA 3	17,00	SubA 3	12,00
Média (kg)	19,17	Média (kg)	16,00	Média (kg)	13,83	Média (kg)	14,17	Média (kg)	12,83
Volume (L)	50,00	Volume (L)	50,00	Volume (L)	50,00	Volume (L)	50,00	Volume (L)	50,00
Peso específico (kg/m³)	383,33	Peso específico (kg/m³)	320,00	Peso específico (kg/m³)	276,67	Peso específico (kg/m³)	283,33	Peso específico (kg/m³)	256,67

SubA - Subamostra

Tabela F.4. Peso específico médio da 2ª campanha de caracterização realizada na UPRA

Parâmetro	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Média
Peso específico (kg/m ³)	383,33	320,00	276,67	283,33	256,67	304,00

Tabela F.5. Peso específico das amostras da 1ª campanha de caracterização realizada na UPCB

Peso específico – 1ª Campanha na UPCB									
Amostra 1		Amostra 2		Amostra 3		Amostra 4		Amostra 5	
Parâmetro	Peso (kg)	Parâmetro	Peso (kg)	Parâmetro	Peso (kg)	Parâmetro	Peso (kg)	Parâmetro	Peso (kg)
Tara contentor	10,40	Tara contentor	10,5	Tara contentor	12,20	Tara contentor	12,2	Tara contentor	13,7
Tara + SubA 1	28,00	Tara + SubA 1	26,2	Tara + SubA 1	69,40	Tara + SubA 1	64,6	Tara + SubA 1	96,4
Tara + SubA 2	26,00	Tara + SubA 2	27,4	Tara + SubA 2	61,70	Tara + SubA 2	54	Tara + SubA 2	76,9
Tara + SubA 3	29,60	Tara + SubA 3	29	Tara + SubA 3	75,60	Tara + SubA 3	60,1	Tara + SubA 3	88
SubA 1	17,60	SubA 1	15,7	SubA 1	57,20	SubA 1	52,4	SubA 1	82,7
SubA 2	15,60	SubA 2	16,9	SubA 2	49,50	SubA 2	41,8	SubA 2	63,2
SubA 3	19,20	SubA 3	18,5	SubA 3	63,40	SubA 3	47,9	SubA 3	74,3
Média (kg)	17,47	Média (kg)	17,0	Média (kg)	56,70	Média (kg)	47,4	Média (kg)	73,4
Volume (L)	120,00	Volume (L)	120,0	Volume (L)	240,00	Volume (L)	240,0	Volume (L)	240,0
Peso específico (kg/m³)	145,56	Peso específico (kg/m³)	141,94	Peso específico (kg/m³)	236,25	Peso específico (kg/m³)	197,36	Peso específico (kg/m³)	305,83

SubA - Subamostra

Tabela F.6. Peso específico médio da 1ª campanha de caracterização realizada na UPCB

Parâmetro	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Média
Peso específico (kg/m ³)	145,56	141,94	236,25	197,36	305,83	205,39

Tabela F.7. Peso específico das amostras da 2ª campanha de caracterização realizada na UPCB

Peso específico – 2ª Campanha na UPCB									
Amostra 1		Amostra 2		Amostra 3		Amostra 4		Amostra 5	
Parâmetro	Peso (kg)	Parâmetro	Peso (kg)	Parâmetro	Peso (kg)	Parâmetro	Peso (kg)	Parâmetro	Peso (kg)
Tara contentor	13,50	Tara contentor	13,50	Tara contentor	13,50	Tara contentor	13,50	Tara contentor	13,50
Tara + SubA 1	67,60	Tara + SubA 1	72,00	Tara + SubA 1	76,00	Tara + SubA 1	59,80	Tara + SubA 1	65,20
Tara + SubA 2	55,90	Tara + SubA 2	65,50	Tara + SubA 2	69,30	Tara + SubA 2	50,20	Tara + SubA 2	65,50
Tara + SubA 3	64,00	Tara + SubA 3	74,10	Tara + SubA 3	91,60	Tara + SubA 3	53,00	Tara + SubA 3	73,50
SubA 1	54,10	SubA 1	58,50	SubA 1	62,50	SubA 1	46,30	SubA 1	51,70
SubA 2	42,40	SubA 2	52,00	SubA 2	55,80	SubA 2	36,70	SubA 2	52,00
SubA 3	50,50	SubA 3	60,60	SubA 3	78,10	SubA 3	39,50	SubA 3	60,00
Média (kg)	49,00	Média (kg)	57,03	Média (kg)	65,47	Média (kg)	40,83	Média (kg)	54,57
Volume (L)	240,00	Volume (L)	240,00	Volume (L)	240,00	Volume (L)	240,00	Volume (L)	240,00
Peso específico (kg/m³)	204,17	Peso específico (kg/m³)	237,64	Peso específico (kg/m³)	272,78	Peso específico (kg/m³)	170,14	Peso específico (kg/m³)	227,36

SubA - Subamostra

Tabela F.8. Peso específico médio da 2ª campanha de caracterização realizada na UPCB

Parâmetro	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Média
Peso específico (kg/m ³)	204,17	237,64	272,78	170,14	227,36	222,42